

PRESENTATION DE L'AXE MEMO

MODELISATION, EVALUATION ET METHODES D'OPTIMISATION

YANNICK FREIN

G-SCOP, 46 avenue Félix Viallet 38031 Grenoble Cedex France, yannick.frein@g-scop.inpg.fr

L'axe MEMO est constitué de 8 Groupes de Travail suivants :

- le GT AMOEP (Approches et Modèles pour l'Evaluation de Performances de systèmes de production de biens et de services) - animateurs Lamia Berrah, Vincent Clivillé et Jean-Luc Paris
- le GT MACOD (Modélisation et optimisation de la mAintenance Coopérative et Distribuée) – animateurs Zineb Simeu-Abazi et Kondo Adjallah.
- le GT META (Théorie et applications des métaheuristiques) – animateurs Patrick Siarry et El-Ghazzali Talbi
- le GT MEA (Méthodes Ensemblistes pour l'Automatique) – animateurs Luc Jaulin et Nacim Ramdani
- le GT MMS (Modélisation Multiple et Simulation) – animateurs Michelle Chabrol et Anne L'Anton
- le GT RdP (Réseaux de Petri) – animateurs Patrice Moreaux et Thomas Bourdeaud'huy.
- le GT SCDD (Systèmes Complexes et Décision Distribuée) – animateurs Stéphane Bonnevey, Marc Bui et Michel Lamure
- le GT SDH (Systèmes Dynamiques et Hybrides) – animateurs Jamal Daafouz et Hervé Guéguen

Il s'agit d'un axe à l'interface des communautés composant le GdR MACS. La dénomination de cet axe avec les mots-clés « Modélisation » et « Optimisation » ouvre naturellement sur un axe à l'interface des communautés composant le GdR MACS. Il est d'ailleurs à noter que 4 de ces 8 GT appartiennent également à un autre axe. Ce sont les GT :

- SdH, RdP (axe SC1 – Systèmes et Commande 1 : théories et méthodes),
- MEA, MACOD (axe SIM - Supervision, Identification et Maintenance).

Ces 8 GT ont **des objets de recherche de natures différentes**. Il est toujours délicat de faire une classification et celle ci-dessous est certainement critiquable mais elle permet peut être de mieux positionner ces 8 GT les uns par rapport aux autres, en les classant selon la nature des objets de recherche.

Cette classification distingue ainsi :

- les GT développant des méthodes d'analyse très génériques pouvant s'appliquer à une très large classe de systèmes,
- les GT se focalisant sur l'analyse d'outils,
- les GT dédiant leurs travaux à une classe particulière de systèmes.

AMOEP et SCCD s'intéressent respectivement aux systèmes de production de biens et de services et aux systèmes complexes (systèmes composés de nombreux éléments différenciés interagissant entre eux de manière non triviale) et entrent ainsi dans la première catégorie décrite ci-dessus.

RdP, MMS, META, MEA se définissent par l'analyse en profondeur de méthodes de modélisation et d'analyse (RdP, MMS, MEA) ou d'optimisation (META) des systèmes. RdP s'intéresse bien sûr aux Réseaux de Petri, MMS à la simulation, MEA aux « méthodes ensemblistes ». Enfin META étudie la classe des méthodes d'optimisation appelées métaheuristiques. Ces différents outils ont évidemment vocation à s'appliquer à une large classe de systèmes.

Enfin SDH et MACOD se positionnent sur l'étude de systèmes particuliers et développent des nouvelles approches pour étudier ces systèmes. SDH s'intéresse ainsi aux systèmes hybrides. MACOD se focalise sur toutes les problématiques liées à la maintenance des systèmes.

Mais ces GT ont tissé un ensemble de liens forts. Le GT AMOEP permet d'illustrer ce propos. Ce GT s'intéresse à l'évaluation des performances des systèmes de production. Les travaux sont génériques pour les systèmes de production de biens et de services, sans domaine privilégié. Ce GT développe des collaborations approfondies avec d'autres GT, collaborations qui peuvent être classées selon la méthode de modélisation et d'analyse d'une part, et selon le domaine d'application d'autre part.

Les 2 étapes de l'évaluation des performances d'un système de production sont la modélisation du système étudié puis l'analyse du modèle obtenu. Des liens naturels existent donc avec des groupes se focalisant sur un objet de modélisation, par exemple le GT RdP. La simulation d'un système étant une méthode d'évaluation de ses performances, des liens forts existent aussi avec le groupe MMS. Enfin, l'évaluation des performances est très souvent couplée à l'optimisation de ces performances et la liaison avec le groupe META est toute naturelle également.

Par ailleurs si on évalue les performances des chaînes logistiques, ou de politiques de maintenance par exemple on recoupe des problématiques de recherche étudiés dans les GT correspondants (respectivement le GT FL de l'axe organisation et MACOD).

La description des collaborations ci-dessus avec 5 GT, description non exhaustive, illustre la richesse et la complexité des liens entre les GT de cet axe et au-delà.

Enfin signalons que certains des GT de cet axe ont des **relations fortes avec d'autres communautés**. C'est le cas du GT RdP avec les informaticiens, mais aussi des GT SCDD et META avec notamment la recherche opérationnelle. ». Le GT RdP travaille en synergie avec 2 groupes francophones : MEFOSYLOMA (Méthodes Formelles pour Les Systèmes Logiciels et Matériels) et l'action transversale *AFSEC* du CNRS (Approches Formelles pour les Systèmes Embarqués Communicants). META a été créé dans le cadre de la ROADEF. Il organise des journées conjointes avec le groupe PM2O de la ROADEF et le groupe JET qui organise 2 fois par an les « Journées Evolutionnaires »

Activités

On trouvera plus loin la synthèse des activités de chacun des groupes. Nous donnerons ci-dessous quelques éléments marquants, permettant d'évaluer globalement l'activité des GT sur les points suivants : organisation de journées de travail et de sessions de congrès, organisation de conférences, numéros spéciaux et ouvrages, relations industrielles et relations internationales. Ces éléments ne sont pas exhaustifs, et nous incitions les lecteurs à se référer aux rapports d'activité des GT, que l'on trouve ensuite.

Journées de travail et sessions de congrès

On peut comptabiliser au moins une quarantaine de réunions de GT ouvertes sans compter des réunions plus fermées, par exemple pour rédiger un ouvrage.

Certains de ces GT se réunissent régulièrement dans le cadre des journées STP. On peut citer plus particulièrement AMOEP, RdP, MMS, MACOD et plus occasionnellement META, SCDD. Ceci leur permet d'avoir des liens privilégiés. Il y a fréquemment des réunions conjointes entre au moins des 2 des GT de l'axe (MMS-SCDD, SCDD – META, AMOEP-MACOD, MMS-AMOEP, ...) ou avec des GT de d'autres axes (FL, GISEH, INCOS,...). Les GT MEA et SDH n'ont pas jusqu'à présent participé à ces journées STP, ce qui ne les empêche évidemment pas d'avoir une activité très importante dans le cadre de journées spécifiques.

Il semble aussi souhaitable de souligner le nombre considérable de sessions organisées dans des congrès nationaux (MOSIM, CIFA, CIGI, ROADEF, Logistique et Transports,...) et internationaux (INCOM, ILS, EURO,...).

Conférences ou écoles

Un autre indicateur de la vitalité de la communauté se mesure par les conférences créés par le GT ou au moins organisées avec une forte implication des membres du GT. On peut citer DMD et PENTOM

(MACOD). SWIM (Small Workshop on Interval Methods, Montpellier) a été créée par MEA en 08 et le succès a incité le GT à renouveler cette expérience en 09 à l'EPFL. META a aussi créé une conférence qui a déjà eu 2 éditions (META'06 et '08). Le GT SDH est à l'origine de la conférence IFAC ADHS et reste très impliqué dans son organisation.

Les GT ont également une activité régulière dans l'organisation d'écoles (SDH, META, MEA, MMS...), notamment dans le cadre des écoles MACS (Reims, Angers) mais aussi dans d'autres cadres en France ou à l'étranger (Tunis, Madrid, Luxembourg,...).

Numéros spéciaux de revues et ouvrages

Les GT ont aussi très fréquemment gérés des numéros spéciaux de revues (Simulation Practice and Theory, JESA, RAIRO-OR, Revue d'Intelligence Artificielle, Computers in Industry, EJOR,...).

L'écriture d'ouvrages est également une activité à noter des GT. Les animateurs de META ont écrit ou coordonné 5 ouvrages depuis 4 ans. MACOD, finalise un ouvrage sur la e-maintenance. AMOEP en a édité sur l'évaluation de performances.

Relations industrielles

La majeure partie des relations industrielles des membres des différents GT se déroule dans le cadre de contrats propres à leurs laboratoires. Pratiquement tous les GT ont fait intervenir des industriels dans les journées qu'ils ont organisées ou ont des membres issus du monde industriel participant régulièrement à ces journées. Nous citerons les actions exemplaires, mais par exhaustives, qui suivent : 1) il y a eu un fort partenariat MACOD – DCN dans le cadre d'une étude pour le développement d'une plateforme de e-maintenance (définition d'une solution un système navires armés) 2) l'entreprise Em@systech, portée notamment par un animateur de MACOD (N. Zerhouni) a été créée et a été lauréate de l'édition 2008 du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes.

Relations internationales

Parmi les nombreuses activités internationales des GT, on peut citer l'organisation de sessions ou même de conférences internationales (voir ci-dessus). Certains groupes ont aussi des actions dans les comités de l'IFIP ou de l'IFAC (AMOEP, MACOD, SDH,...). Soulignons également la participation du groupe RdP à l'action internationale sur la normalisation des Réseaux de Petri. Les animateurs du groupe SDH participent au réseau d'excellence HYCON et, d'autre part un certain nombre de membres du GT participent au comité technique de l'IFAC "Discrete Event and Hybrid Systems". De plus de nombreux membres du groupe sont impliqués dans la création et le développement de la revue Nonlinear Analysis: Hybrid Systems chez Elsevier.

Perspectives

Une synthèse des activités de chacun des groupes est présentée dans la suite. Les groupes souhaitent poursuivre et développer leur activité scientifique, en général dans le cadre du fonctionnement actuel. Des perspectives scientifiques en continuité assez naturelle avec les recherches actuelles sont bien décrites.

En termes de périmètre de GT, AMOEP et MMS envisagent un regroupement pour former un seul GT sur les questions de méthodes et outils pour la modélisation et l'évaluation, questions centrales et partagées par ces 2 GT.

La bonne connaissance réciproque entre membres des GT, acquise grâce aux années de fonctionnement de ces GT, les conduit à envisager des actions structurées. Tout d'abord, plusieurs thèses en co-encadrement sont citées. Les groupes se positionnent aussi en termes de réponse à des appels d'offres au niveau national ou européen (MACOD, META, SCDD,...) ou d'insertion coordonnée dans des réseaux internationaux (MACOD, RdP, SDH,...).

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

AMOEP : APPROCHES ET MODELES POUR L'EVALUATION DE PERFORMANCES DE SYSTEMES DE PRODUCTION DE BIENS ET DE SERVICES

LAMIA BERRAH¹, VINCENT CLIVILLE², JEAN-LUC PARIS³

¹lamia.berrah@univ-savoie.fr, ²vincent.cliville@univ-savoie.fr, ³paris@ifma.fr

1. Présentation Scientifique

1.1 Problématique

Mise en œuvre (formalisation et exploitation) de méthodes fondées pour l'évaluation de la performance des systèmes de production de biens et de services.

1.2 Objectif

Partant des nouvelles données relatives :

- au contexte industriel : chaîne logistique, cycle de vie du produit, activités de services,
- aux objectifs : multicritères avec intégration du facteur humain, robustesse,

Il s'agit de contribuer à de nouvelles avancées méthodologiques sur l'évaluation de la performance des systèmes de production de biens et de services, telles :

- la définition de systèmes d'indicateurs de performance
- la prise en compte d'informations imparfaites dans la chaîne d'expression de la performance
- la mise en œuvre d'approches de modélisation et de simulation,
- l'évaluation statique et dynamique des systèmes,
- l'optimisation,
- l'étude du comportement et l'analyse des impacts de différents paramètres sur la performance

1.3 Thématique scientifique

Stratégie scientifique

Grands axes

- Définition de systèmes d'indicateurs de performance
- Mise en œuvre d'approches de modélisation et de simulation
- Optimisation, étude du comportement et analyse des impacts de différents paramètres sur la performance

Champs d'investigation

- Chaîne logistique et nouvelles organisations industrielles
- Activités de service
- Systèmes d'information
- Démarches d'amélioration industrielle

Extension des approches classiques

- Analyse mathématique
- Réseau de Petri
- Simulation
- Optimisation
- Systémique
- Théorie de l'information
- Systèmes d'aide à la décision

Méthodes et Outils

- Méthodes multicritère -
- Simulation – Optimisation - Systémique –
- Théorie de l'information - Systèmes d'aide à la décision

Mots-clés

Evaluation multicritère, robustesse, facteur humain, systèmes d'indicateurs de performance, modélisation, simulation, traitement d'information, évaluation statique, évaluation dynamique, optimisation, comportement, analyse d'impact.

2. Organisation

2.1 Animation et mode de fonctionnement

Trois chercheurs animent ce Groupe de Travail : Lamia Berrah et Vincent Cliville du LISTIC à Annecy ainsi que Jean-Luc Paris du LIMOS à Clermont-Ferrand. Ce groupe se réunit essentiellement durant les journées STP, avec occasionnellement des journées thématiques en dehors, soit à caractère académique, soit à caractère industriel.

Il est à noter que l'évaluation de la performance revêt un aspect transversal, d'où la présence d'interactions fortes avec les autres GT (Pilotage, Conception, Modélisation, Maintenance...) ; ce qui a produit différentes collaborations inter GT (comme par exemple la récente session commune AMOEP-MMS aux journées STP de Metz en Novembre 2008).

2.2 Laboratoires participants activement au GT

G-SCOP (Sciences pour la Conception, l'Optimisation et Production de Grenoble), UMR CNRS 5272, Grenoble.

GIPSA-Lab (Laboratoire Images, Parole, Signal et Automatique de Grenoble), UMR CNRS 5216 Grenoble

LAMIH (Laboratoire d'Automatique, de Mécanique, et d'Informatique industrielles et Humaines) UMR CNRS 8530, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

Département LAPS (Laboratoire d'Automatique, Productique et Signal) de l'IMS, UMR CNRS 5218, Bordeaux 1

LICIA (Laboratoire d'Ingénierie de Conception, Cognition et Intelligence Artificielle), INSA de Strasbourg.

LIMOS (Laboratoire inter-établissement d'Informatique pour la Modélisation et l'Optimisation des Systèmes), UMR CNRS 6158, CLERMONT-FERRAND, équipe IFMA.

LISMMA (Laboratoire d'Ingénierie des Structures Mécaniques et des Matériaux), Institut Supérieur de Mécanique de Paris, Supméca.

LISTIC (Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance), Université de Savoie.

LIESP (Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production), INSA de Lyon.

2.3 Bilan et livrables

2.3.1 Sessions de congrès

- INCOM'09 : 1 session spéciale «Supply Chain Performance and Risk Measurement», lors du congrès INCOM'09, Moscou, 3-5 juin 2009.
- MOSIM 08 : 3 sessions spéciales « Pilotage et évaluation », « Du modèle aux indicateurs » et « Evaluation de performances au niveau stratégique » lors du congrès MOSIM'08, Paris, 31 mars-2 avril 2008 (8 articles retenus).

- MOSIM 06 : 1 session spéciale lors du congrès MOSIM'06, Rabat, 3-5 avril 2006 (4 articles retenus).
- ILS'06 : 1 session spéciale organisée conjointement avec le GT VENDOME « Supply chain Modeling and Evaluation », lors du congrès ILS'06, Lyon, 14-17 mai 2006.

2.3.2 Ouvrages

- Numéro spécial de la revue Simulation Practice and theory « Simulation of manufacturing systems and extended enterprises », Vol. 15, issue 2, 2007 sur une sélection des articles issus des conférences EUROSIM'04 et MOSIM'04, éditeurs : Henri Pierreval et Jean-Luc Paris.
- Numéro spécial de la revue Journal Européen des Systèmes Automatisés JESA (en collaboration avec le Groupe de Travail VENDOME) « Modélisation et Evaluation de la performance d'une chaîne logistique », conseiller scientifique : Yannick Frein, éditeurs : Eric Ballot et Caroline Thierry, Lamia Berrah et Jean-Luc Paris, 2005.

2.4 Relations internationales

- Ouverture vers le Special Interest Group «Performance Measurement Systems» de l'IFIP WG5.7 (participation à l'International Workshop of Performance Measurement)

3. Programme des journées et réunions organisées par le GT

- STP à Metz, automne 2008
 - Aicha AGUEZZOUL, ESM-IAE : « Evaluation de la performance des prestataires logistiques »
- STP à Aix-en Provence, automne 2007
 - Romain REAL, SYMME, Université de Savoie : « La construction d'un système de production adapté aux PME de sous-traitance mécanique ».
 - Rim LARBI, G-SCOP, INPG : « Analyse de performance dans une plateforme de crossdocking ».
- STP à La Rochelle, printemps 2007
 - Farouk BELKADI, LIMOS Clermont-Ferrand : « Contribution au pilotage des compétences dans les activités de conception : de la modélisation des situations à la caractérisation des compétences. »
 - Yves DUCQ, LAP-GRAI Bordeaux : « Contribution à la caractérisation et à l'évaluation de l'interopérabilité pour les entreprises collaboratives ».
 - Gilles MAURIS, LISTIC Annecy: « Théorie du mesurage et Quantification de la performance ».
 - Pierre FENIES, LIMOS Clermont-Ferrand « Une méthodologie de modélisation par processus multiples et incrémentielles : application pour l'évaluation des performances de la Supply Chain. ».
- STP à Valenciennes, automne 2006
 - Yves DUCQ, LAP-GRAI Bordeaux et Claude POURCEL, Claude RENAUD
« Applications et complémentarités des méthodes ECOGRAI et Balanced ScoreCard pour la définition d'indicateurs de performance d'une option de formation ».
 - Jean-Pierre VAUDELIN, LIMOS Clermont-Ferrand, « Evaluation de la compétence collective ».
- STP à Paris, printemps 2006
 - Yves DUCQ « Contribution à la définition d'un cadre générique pour les méthodes de définition et d'implantation de systèmes d'indicateurs de performances ».
 - Samir HAMACI, LISA Angers : « Modélisation et évaluation de performances des graphes d'événements temporisés valués dans les dioïdes »

4. Perspectives

L'évolution envisagée pour AMOEP est la fusion avec le GT MMS (Modélisation Multiple et Simulation), pour former un nouveau GT qui pourrait être intitulé « Méthodes et Outils pour la Modélisation et l'Evaluation » (MOME). Les thématiques de ce nouveau GT seraient en cohérence avec la réunion des thématiques des deux anciens GT.

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

MACOD : MODELISATION ET OPTIMISATION DE LA MAINTENANCE COOPERATIVE ET DISTRIBUEE

ZINEB SIMEU-ABAZI¹, KONDO ADJALLAH²

¹G-SCOP, 46, avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex 1, zineb.simeu-abazi@g-scop.inpg.fr

²LGIPM, Ile du Saulcy, 57045 Metz Cedex 1, adjallah@enim.fr

Site Web : <http://www.univ-valenciennes.fr/GDR-MACS/macod/>

1. Présentation Scientifique

1.1- Contexte

La maintenance a souvent été réduite à l'application de résultats théoriques de différentes disciplines (parmi lesquelles la modélisation systémique et fonctionnelle, la recherche opérationnelle, les modèles statistiques et stochastiques d'analyse de fiabilité, le traitement du signal, l'automatique, mécanique, etc.), et à l'exploitation de méthodes de gestion (incluant par exemple les démarches d'assurance qualité, de juste à temps, de comptabilité analytique, etc.) Mais il faut noter qu'elle a connu au cours de cette dernière décennie des évolutions considérables aux niveaux organisationnel, stratégique et technologique.

Les facteurs à l'origine de cette véritable mutation sont liés d'une part à la situation transversale de la maintenance au sein des entreprises industrielles, car ses actions interfèrent avec les activités de production, les produits par la qualité et les équipements dans leur complexité par conception. D'autre part ces évolutions s'expliquent par une forte exigence d'expertises pluridisciplinaires qui caractérise par définition les équipements concernés (mécanique, physique, mécatronique, électromécanique, électrique, électronique, cognitive, etc.). Par ailleurs, ces évolutions ont été accélérées par les TIC qui ont forcé le développement de nouvelles formes d'organisation des activités de maintenance identifiées sous le vocable "*e-maintenance*".

Dans ce contexte, le nouveau paradigme de maintenance doit être conçu comme un levier d'action sur la performance globale de l'entreprise dans une logique de développement durable. Ainsi, au delà des applications d'outils existant, la maintenance aujourd'hui exige de développer des recherches spécifiques pour élaborer de nouvelles politiques et stratégies de diagnostic, de pronostic, d'actions préventives, de dimensionnement des ressources et de gestion des informations et connaissances.

1.2- Problématique et Objectifs

Les recherches sur la modélisation et l'optimisation des activités de maintenance coopérative et distribuée visent à élaborer un ensemble d'outils permettant de mieux comprendre et concevoir ce type de processus de maintenance. Les développements scientifiques tournent autour de la modélisation des systèmes techniques complexes, la prise en compte des phénomènes de propagation des défaillances, de la modélisation des processus de dégradation et des phénomènes de propagation des conséquences socio-économiques de l'activité de maintenance. De plus, il est nécessaire d'étudier les processus de décisions coopératives dans le cadre de la surveillance, du diagnostic, du pronostic et de l'intervention corrective ou préventive. Les recherches visent également à adapter des approches issues des sciences et techniques d'information et de communication, des sciences pour l'ingénieur et des sciences humaines et sociales, pour les besoins spécifiques liés à l'optimisation de la maintenance. C'est là l'objectif du groupe de travail MACOD qui concentre ses efforts sur deux concepts importants qui sont l'approche coopérative des décisions en maintenance et la notion de maintenance distribuée. Le premier concept va dans le sens d'une intégration réelle et efficace à tous les niveaux décisionnels et au sein de chaque fonction des contraintes liées au maintien d'un système en condition opérationnelle

(disponibilité opérationnelle). Le deuxième s'attache à la caractérisation des modes de fonctionnements selon des logiques organisationnelle et opérationnelle réparties c'est-à-dire avec des possibilités de délocalisation voire d'externalisation des processus relatifs à la maintenance (surveiller, diagnostiquer, réparer, planifier l'utilisation, remettre en cycle, ...).

1.3- Thématique scientifiques

L'objectif des travaux du GT concerne le développement de méthodes et techniques de modélisation et d'optimisation des systèmes de maintenance pour la maîtrise des installations de production par le maintien en état de disponibilité opérationnelle optimale.

Huit thèmes (T1 à T8) ont été retenus par le GT, sur la base des compétences des différentes équipes impliquées. Par rapport à ces thématiques, les verrous scientifiques (V1 à V7) ont été identifiés.

- T1 : Maintenance des systèmes distribués
- T2 : Pronostic et aide au diagnostic
- T3 : Processus d'agrégation et de déploiement des performances en maintenance
- T4 : Maintenance coopérative, e-maintenance
- T5 : Optimisation des stratégies de maintenance (décision)
- T6 : Intégration de la maintenance en conception
- T7 : Planification intégrée Production/Maintenance
- T8 : Soutien Logistique

Verrous Scientifiques :

- V1 : Modélisation de la dégradation et de son évolution (associé à T2 et T5)
- V2 : Formalisation des mécanismes d'agrégation et des performances (T1 et T7)
- V3 : Représentation et capitalisation de connaissances (T2 et T6)
- V4 : Modèle multi-vue / système multi-acteur (T1 T4 et T8)
- V5 : Méthodes d'apprentissage (T2 et T3)
- V6 : Ordonnancement dynamique (T4 et T7)
- V7 : Décision multi-critère (T1 T5 et T8)

Pour répondre à leur problématique, les membres du GT utilisent communément les outils suivants :

- O1. **Modélisation** : Modèles de produits et de processus, modèles fonctionnels, structurels, événementiels, comportementaux (réseaux de Petri, graphes d'états), modèles stochastiques (chaînes de Markov, ...), réseaux bayésiens, automates hybrides, logique floue, ...
- O2. **Analyse de risques** : arbres de défaillances, diagrammes de fiabilité, ...
- O3. **Evaluation** : systèmes d'indicateurs de performance, suivi de la performance, ...
- O4. **Optimisation** : recherche opérationnelle, programmation mathématique, heuristiques, ...
- O5. **Simulation** : outils de simulation des flux physiques, d'informations, ...
- O6 **Décision** : Intelligence artificielle (réseaux neuronaux, algorithmes génétiques, systèmes experts, RàPC, propagation de contraintes, systèmes multi-agents, ...)
- O7. **Information et Communication** : systèmes d'information, systèmes de gestion des données techniques, gestion des connaissances, REX

Mots clés : Optimisation de la maintenance, maintenance coopérative et distribuée, e-maintenance, systèmes intelligents, pronostic/diagnostic, technologies d'information et de communication, ingénierie des connaissances, retour d'expérience.

2. Organisation, animation et mode de fonctionnement

Outre une activité normale de groupe de travail, le groupe MACOD a particulièrement agi et poursuivi son action dans les directions suivantes :

- rédaction en cours d'un ouvrage sur la e-maintenance.
- projet de « Maintenance et Développement Durable » (MD2)
- coordination entre groupes de travail,

- organisation du colloque international PENTOM initié par le GT,
- l'organisation de sessions invitées (PENTOM'07, MOSIM'08, INCOM'2009)
- Participation active dans la mise en place du WG MES de l'IFAC
- L'organisation des workshops DMD'2007, DMD'2008 et DMD'2009

2.1- Élaboration d'un ouvrage scientifique sur la e-maintenance

L'objectif est de définir les principes de la e-maintenance et de son implémentation dans l'entreprise. Il s'agit de présenter une définition de la e-maintenance, les problématiques associées et l'influence de son implémentation sur l'organisation dans l'entreprise. De plus une attention particulière est accordée aux investissements technologiques et aux points durs scientifiques qui nécessitent une adaptation d'outils spécifiques. L'ouvrage ainsi défini est destiné entre autre à la formation aux nouveaux concepts de e-maintenance.

Plan de l'ouvrage :

0. Introduction
1. La fonction maintenance
2. La maintenance coopérative et distribuée
3. La e-maintenance
4. Les processus de la e-maintenance
5. Organisation de la e-maintenance
6. Informations / Connaissances de e-maintenance
7. Techniques de e-maintenance

2.2- Troisième et quatrième édition du colloque international francophone PENTOM (Performances et Nouvelles Technologies en Maintenance)

C'est à travers les travaux développés dans le GT MACOD en mars 2003 qu'est né à Valenciennes, le colloque international francophone PENTOM (Performances et Nouvelles Technologies en Maintenance). Il a pour vocation de donner à la maintenance sa véritable place en tant que thème de recherche, de levier d'action sur la performance des entreprises, et de sujet d'enseignement de haut niveau. PENTOM est un colloque francophone qui réunit les communautés académique et industrielle. Le succès des deux premières éditions (2003 à Valenciennes, 2005 à Marrakech) a amené le GT MACOD à poursuivre l'organisation de cet événement et ce, tous les deux ans en partenariat avec l'AFIM (Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance), la BEMAS (Belgian Maintenance Association), l'Université de Valenciennes et l'Ecole Nationale de l'Industrie Minérale (ENIM) de Rabat. En juillet 2007, c'est à Mons qu'a eu lieu cette troisième édition de PENTOM. La quatrième édition est prévue du 7 au 9 décembre à Grenoble.

2.3- Relations industrielles

- Partenariat MACOD – DCN dans le cadre d'une étude pour le développement d'une plateforme de e-maintenance (définition d'une solution un système navires armés)
- Collaboration avec l'Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance (AFIM)
- Collaboration avec la "Belgian Maintenance Association"

De plus, on peut citer qu'en termes de transfert industriel il y a la création de l'entreprise Em@systech issue des membres actifs de MACOD qui a été lauréate de l'édition 2008 du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes.

2.4- Proposition d'une session de formation pour les prochains JN-JD

Le GT MACOD propose un module de formation pour la prochaine école des JD MACS à Angers. Ce module aura pour thème « La maintenance prévisionnelle : méthodes et outils », et comportera une expérimentation pratique. Les grandes lignes du programme et les éventuels intervenants ont été proposés. Ainsi les thèmes identifiés sont :

- Optimisation de la maintenance (Z. Simeu-Abazi)
- Maintenance coopérative et distribuée (D. Noyes – F. Pérès)

- De la maintenance à la e-maintenance – Systèmes intelligents de maintenance (B. Iung)
- Ingénierie des connaissances, Retour d'expérience (B. Chebel Morello)
- Diagnostic et pronostic en maintenance (E. Levrat – K. Adjallah – R. Gouriveau)
- Plateforme Telma– démonstration web service (E. Levrat)

2.5- Mode de fonctionnement

- Journées thématiques (jumelées aux réunions du comité de pilotage) / 3 mois : exposés scientifiques/thèmes ouvrant vers les échanges avec les autres GT.
- Journées techniques avec les industriels (attentes/évolutions des besoins, diffusion/validation des résultats).
- Réunion inter-GT

2.6- Laboratoires participants activement au GT

Laboratoires G-SCOP de Grenoble, LOSI Troyes, Laboratoire, FEMTO de Besançon, LAHMI de Valenciennes, CRAN de Nancy, LGIPM de Metz et LGP Tarbes.

2.7- Délivrables (sessions de congrès, publication, ouvrage),

- Compte rendu de toutes les réunions
- Ouvrage en cours de rédaction sur la « e-maintenance » : L'objectif de cet ouvrage est de poser dans les grandes lignes mais avec un langage scientifique les principes de la e-maintenance et de son implémentation dans l'entreprise.
- Proceedings PENTOM 2007
- Numéros spéciaux : Computers In Industry 2006 , EJOR
- Sessions spéciales : IFAC IMS 2008, IFAC MOSIM 2008, Symposium International sur la Maintenance et la Maîtrise des Risques 2008
- Sessions de formation à l'Ecole des JDMACS -2009
- Proceeding du DMD'2008 et 2009

2.8- Relations Internationales

Les Workshop DMD (Diagnostic et Maintenance des Systèmes Décentralisés) est une initiative pour établir une collaboration avec des partenaires en Afrique afin de promouvoir la diffusion des approches développées au sein du GT et initier des travaux de recherche en coopération. Cette opportunité permet également aux membres du GT d'établir des contacts utiles pour la formation en Master et doctorat.

2.8.1- Groupe de travail A-MEST IFAC

Le GT MACOD, à travers Benoit Iung, a été un des principaux acteurs d'une session dédiée à la création du groupe de travail "Advanced Maintenance Engineering, Services and Technology" (A-MEST), lors de la conférence **IFAC-CEA** "Cost Effective Automation in Networked Product Development and Manufacturing, Monterrey, N.L. México, October 2-5". Ce groupe de travail est soutenu par les Comités Techniques TC4.4 et TC5.1 de l'IFAC. A cette occasion, le GT MACOD a également participé activement à l'organisation de deux sessions "diagnostic et maintenance". L'initiative de création du groupe de travail A-MEST a été concrétisée lors du 9^{ème} Workshop IMS'2008 de l'IFAC organisé à Szczecin en Pologne du 9 au 10 octobre 2008, par une réunion pilotée par B. Iung (CRAN, GT MACOD) et Marco Garetti (Politecnico di Milano).

2.8.2-Collaborations

Du point de vue Européen, les membres du GT MACOD ont initié depuis la création du groupe, une démarche d'ouverture et de confrontation de leur vision avec les industriels et académiques Européens du domaine de la « maintenance ». Ceci s'est traduit concrètement au delà de la participation à des conférences dédiées au diagnostic, maintenance et fiabilité des systèmes :

- par une participation de quelques membres Européens francophones aux réunions MACOD (Université de Mons, FUCAM, CEMI, ...),

- d'un point de vue lien avec des fédérations scientifiques internationales comme IFAC, des membres MACOD ont publié plusieurs articles et comptent s'impliquer davantage en proposant un TC autour de la e-maintenance.
- Co animation du Groupe de Travail et de Réflexion régional Rhône-Alpes de l'IMdR : Institut pour la Maîtrise des Risques FIMA (Modèles Aléatoires pour la Fiabilité et la Maintenance des Systèmes).

3. Programme des journées et réunions organisées par le GT

<i>Paris, 9-10 Mars 2006 (Journées STP)</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilan des thématiques scientifiques du GT 2. Proposition d'une école d'été sur la e-maintenance 3. Organisation du congrès PENTOM 2007 4. État d'avancement de l'ouvrage.
<i>Valenciennes, 16-17 Novembre 2006 (Journées STP)</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Thème : Maintenance Distribuée 2. Ordonnancement dynamique des actions de maintenance Exposé de François MARNIER du LAB Thème : Maintenance dans l'aéronautique 3. Mise en place de nouveaux concepts de maintenance dans l'aéronautique - Samir GHELLAM – (LAG – EUROCOPTER) 4. Méthodes de diagnostic des pannes pour les équipements avioniques - Arnaud LEFEBVRE - (LAG – EUROCOPTER) 5. RdPC appliqué au diagnostic 6. Exposé de Karim HAOUCHINE - (LAB) 7. Avancement de l'ouvrage « La e-maintenance » 8. Discussion sur les fiches « outils »
<i>Paris, 1 juin 2006</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Réorganisation du GT MACOD 2. Avancement de l'ouvrage MACOD 3. Réunion commune GISEH – MACOD
<i>La Rochelle, 15-16 Mars 2007 (Journées STP)</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Avancement de l'ouvrage « La e-maintenance »- François Peres 2. Discussion sur les fiches « outils » - Expertise des fiches 3. Contribution à une maintenance préventive opportuniste basée sur l'algorithme de BRUSS. Edouard Thomas – (CRAN - Nancy) 4. Exposé 2 : Les réseaux de Petri Stochastiques pour l'ordonnancement de tâches de maintenance dans un contexte distribué.- Allali Ahmad- (Laboratoire GSCOP) 5. NemoSciences - Rafaël Gouriveau et Kamel Madjaher 6. Présentation des activités d'EADS IW – exposé des besoins Claude Reyterou (EADS)
<i>Aix en Provence, 22-23 Novembre 2007 (Journées STP)</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Point sur l'ouvrage en cours sur la e-maintenance 2. Informations diverses concernant les activités du GT, proposition de projets 3. Par : Zineb SIMEU-ABAZI 4. PEGASE : Un nouveau pôle de compétitivité dans le domaine de l'aéronautique Par : Serge VALLET, Directeur délégué aux projets de R&D 5. Les besoins en maintenance chez EUROCOPTER : les principaux axes d'amélioration de la maintenance des hélicoptères Par : Mathieu GLADE (EUROCOPTER) – Responsable recherche en Maintenance & Diagnostic 6. Table ronde & débat

Paris, 30 mai 2008

1. Bilan du workshop « Diagnostic & Maintenance des systèmes décentralisés » à Dakar
2. IFAC A-MEST :
3. Proposition d'une session école d'été pour les prochains JN-JD
4. Organisation du prochain PENTOM 09
5. Les projets en cours et demande de subvention
6. Le point sur les nouveaux thésards (1ère année)

Metz, 21-22 Novembre 2008 (Journées STP)

1. "Le LGIPM en tant que membre actif des GT MACOD et INCOS" Nidhal Rezg (LGIPM)
2. "Elaboration de diagnostiqueurs locaux à partir de modèles distribués de Partie Opérative", par Alexandre PHILIPPOT (CReSTIC)
3. "Etude de politiques de maintenance basées sur une loi de défaillance dynamique et sur un horizon de temps fini", par Jérémie Schutz (LGIPM)
4. "Opérateurs de symétrie médiane pour surveillance des systèmes en réseau à l'aide des FSM", par Kondo H. Adjallah (LGIPM)
5. "Objectifs et activités du GT INCOS", par Jean-François Pétin (CRAN)
6. "Objectifs et activités du GT MACOD" Kondo H. Adjallah (LGIPM)

Rencontres mensuels pour l'avancement de l'ouvrage depuis septembre 2008.

4. Perspectives

Le groupe de travail, poursuit son action habituelle et se focalisera davantage sur les points suivants :

- la diffusion des connaissances avec le colloque international PENTOM, la participation à différents congrès avec sessions invitées,
- la publication d'articles et de communications communes aux membres du groupe,
- la définition de sujets de thèses co-dirigées par des membres du groupe issus de différents laboratoires,
- Finalisation de l'ouvrage sur la « e-maintenance »
- Organisation de PENTOM 2009
- Organisation d'une session de formation dans le cadre de l'école des JDMACS 2009
- Finalisation du projet MD2 en cours avec perspective du montage d'une action ANR
- Perspectives – développement des contacts avec les industriels (EADS, Eurocopter, DCN,...)
- Développement des actions au niveau international via le WG A-MEST de l'IFAC

La participation active des membres du GT au réseau international de recherche coopérative pour la maîtrise des infrastructures durables et de développement, a permis de concrétiser des coopérations université/industrie pour résoudre des problèmes de diagnostic, maintenance, sûreté de fonctionnement. Plus de 10 universités sur 3 continents (Europe, Afrique et Amérique) y sont déjà impliquées. Cette initiative est actuellement portée par Kondo H. Adjallah. Différentes actions ont été concrétisées :

- Cotutelles de thèses : Besançon – Cameroun, Troyes - Sénégal
- Co- Direction de thèses Troyes – Togo, Grenoble - Cameroun
- Expertise et participation à des jurys de thèse (Sénégal, Cameroun et Togo)

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

MEA : METHODES ENSEMBLISTES POUR L'AUTOMATIQUE

Luc Jaulin¹, Nacim Ramdani²

¹ ENSIETA, 2 rue François Verny, 29806 Brest cedex 09, Luc.Jaulin@ensieta.fr

² LIRMM, 161 Rue Ada, 34392 Montpellier cedex 5, nacim.ramdani@lirmm.fr

Site Web : <http://www.lirmm.fr/ensemble/spip.php>

1. Présentation scientifique

Le groupe MEA recense à l'heure actuelle 251 membres avec une progression d'environ 35 personnes par an. Il appartient aux deux axes suivants du GdR MACS :

- MEMO : Modélisation, évaluation et méthodes d'optimisation (responsable Yannick Frein)
- SIM : Supervision, Identification et Maintenance (responsable Didier Maquin).

Les méthodes ensemblistes, qui permettent la manipulation de sous-ensembles de \mathbb{R}^n , sont dédiées à la caractérisation de l'ensemble de toutes les solutions d'un problème donné. Cet ensemble peut être représenté de façon exacte, ou encadré par deux approximations intérieure et extérieure (ellipsoïdes, zonotopes, polytopes convexes ou unions de pavés). Ces méthodes permettent ainsi :

- de déterminer si un ensemble de points vérifie une propriété donnée,
- de garantir l'approximation extérieure, et donc de détecter la non-véracité d'une propriété du système lorsque cette approximation est vide,
- de caractériser numériquement cet ensemble tout en contrôlant la qualité de la solution obtenue selon le seuil de tolérance imposé ou choisi par l'utilisateur.

Initialement développés par les informaticiens dans le cadre de l'analyse des intervalles, afin de tenir compte de la propagation des imprécisions liées aux valeurs numériques (représentation machine des nombres, gestion des erreurs d'arrondis), ces outils permettent également de gérer les imprécisions issues d'une chaîne d'instrumentation (qualité des capteurs, précision technologique, conditions opératoires, présence de signaux parasites), en quantifiant l'erreur sur le résultat final. Ont ainsi pu être traités des problèmes intrinsèquement mathématiques, mais surtout issus de l'automatique. Le calcul par intervalles permet ainsi de résoudre une grande classe de problèmes non-linéaires, comme par exemple le calcul de tous les minima globaux d'un critère non-convexe ou bien le calcul de toutes les solutions d'un système de n équations à n inconnues. Contrairement aux méthodes numériques classiques (méthodes de MontéCarlo, par exemple), le résultat est obtenu de façon globale et garantie en un temps fini, même lorsque des fonctions trigonométriques ou discontinues apparaissent dans le problème.

L'outil ensembliste est ainsi particulièrement utilisé en estimation paramétrique : en optimisation globale, où il fournit un encadrement garanti de tous les optimiseurs globaux d'un problème donné, et dans le contexte de l'estimation à erreurs bornées, où il permet de déterminer l'ensemble des valeurs acceptables des paramètres du modèle (c'est-à-dire cohérentes avec les mesures, le modèle et les bornes sur l'erreur d'équation) en appréhendant les incertitudes sur ces paramètres. Les modèles traités sont tout aussi bien linéaires, que non linéaires, et une amélioration continue de ces techniques a permis de les étendre à des problèmes de plus grande dimension en termes de variables bornées à traiter (propagation de contraintes). Les principaux domaines d'étude de ces méthodes sont :

- **l'estimation et la modélisation** (estimation paramétrique, estimation d'état, problème inverse) avec prise en compte de l'incertain,
- **la commande** (analyse de stabilité, synthèse de lois de commande, validation des systèmes de commande),
- **La robotique** (planification de chemin, analyse de l'espace de configuration, localisation et cartographie)

- **la surveillance** (analyse de sûreté, analyse de risques, modélisation des effets pour les études de dangers, détection et diagnostic de défauts).

Les progrès combinés de l'algorithmique et de la vitesse de calcul des ordinateurs permettent une diffusion toujours plus grande de l'outil ensembliste et d'envisager un nombre croissant de problèmes à traiter.

2. Organisation du GT

Luc Jaulin et Nacim Ramdani animent le GT actuellement. Les animateurs sont renouvelés en moyenne tous les 2 ans. Les informations sont généralement diffusées par email (mea-gdrmacs@univ-valenciennes.fr). Nous nous réunissons en moyenne deux à trois fois par an à Paris ou en province avec en plus le workshop international SWIM qui nous permet de communiquer avec les communautés scientifiques extérieures. Cette gestion relativement simple nous permet de nous concentrer que les objectifs scientifiques.

Les laboratoires qui participent activement à notre GT sont le LISA (Angers), le LIRMM (Montpellier), DTN (Brest), Heudiasyc (Compiègne), le L2S (Paris), le LINA (Nantes), l'ECS (Cergy) et Coprin (Nice).

Parmi les industriels présents à nos réunions, nous avons Dassault et AC-système.

Notre GT représente la France au sein d'une communauté internationale sur le calcul par intervalles <http://www.cs.utep.edu/interval-comp/> qui regroupe environ 1000 chercheurs internationaux. La particularité de la recherche française dans ce domaine est son application des méthodes ensemblistes à l'automatique et à la robotique ainsi que la propagation de contraintes.

3-Programme des journées et réunions organisées par le GT

Tout d'abord comme prévu dans notre dernier rapport d'activité, nous avons organisé la première édition du workshop international SWIM (**Workshop SWIM 08**: Small Workshop on Interval Methods), 19-20 juin 2008, qui s'est tenu les 19 et 20 Juin 2008 à Montpellier ([LIRMM](http://www.lirmm.fr)) <http://www.ensieta.fr/jaulin/swim08.html>. Le programme est donné ci-dessous.

Session CSP , nonlinear system and intervals arithmetics

- ▶ Jamila Sam-Haroud, Artificial Intelligence Laboratory, Lausanne (Switzerland) : Enhancing numerical constraint propagation using multiple inclusion representations
- ▶ Gilles Trombettoni, Gilles Chabert : Constructive Interval Disjunction : past, present, and future
- ▶ Ignacio Araya, Bertrand Neveu, Gilles Trombettoni : Exploiting Common Subexpressions in Numerical CSPs
- ▶ Jean-Pierre MERLET, INRIA Sophia Antipolis : Influence of uncertainties on ultrasonic localisation systems
- ▶ Milan Hladik, David Daney : Computing the range of real eigenvalues of an interval matrix
- Nathalie Revol, INRIA Rhones Alpes : Standardization and interval arithmetics
- ▶ Dominique LOHEZ, ISEN-Lille : Relational and Algebraic Concepts for Automated Interval Reasoning
- ▶ Guillaume Verger, LIRMM, Montpellier : CSPs and Quantified CSPs
- ▶ Maëlynn AUFRAY (ENSIACET - Toulouse), Adrien BROCHIER and Wulff POSSART : S.I.V.I.A. Applied to Dielectric Spectroscopy : a Guaranteed Parameter Estimation Using Interval Analysis

Plenary Talk

- ▶ Ned Nedialkov, Dept Computing & Software, McMaster Univ., Canada : Interval Tools for ODEs and DAEs

Session Continuous Reachability and Verification

- ▶ Nacim Ramdani, INRIA Sophia-Antipolis Mediterranee and LIRMM UMR 5506, CNRS UM2 Montpellier : Reachability of uncertain nonlinear systems using a nonlinear hybridization
- ▶ Olivier Bouissou, CEA Saclay - DRT/DTSI/SOL/MeASI Gif-sur-Yvette : Using guaranteed integration of ODEs for the verification of embedded software.
- ▶ Nicolas Delanoue, LISA, Angers : Attraction domain of a nonlinear system using interval analysis.
- ▶ M. Lhommeau, LISA Angers : Inner and outer approximation of the capture basin of a state space model using interval analysis

Session Estimation, uncertainty and CSP

- ▶ Olivier STRAUSS, LIRMM UMR CNRS Univ. Montpellier : Imprecise estimation in signal processing.
- ▶ Emmanuel Bénazéra, Louise Trave-Massuyes, LAAS, Toulouse : Set-Theoretic Estimation of Hybrid System Configurations.
- ▶ Farah Mourad, Fahed Abdallah, Hichem Snoussi, Cédric Richard, UTC, LM2S, UTT : Guaranteed boxed localization in MANETs by interval analysis and constraints propagation techniques.
- ▶ Philippe Langlois (DALI, Univ Perpignan) and Nicolas Louvet (Arénaire, INRIA & ENS Lyon) : Accurate results with compensated algorithms and validated error bounds in floating point computation
- ▶ Jorge Florez, Mateu Sbert, Josep Vehí (University of Girona) : Improving ray tracing of implicit surfaces using interval arithmetic.
- ▶ Jan Sliwka, ENSIETA, Brest : SAUC'ISSE : our interval robot
- ▶ Luc Jaulin, Gilles Chabert, ENSIETA : Resolution of nonlinear interval problems using symbolic interval arithmetic
- ▶ Gilles Chabert and Luc Jaulin, DTN, ENSIETA : Interval and Boolean constraint propagation for simultaneous localization and map building
- ▶ Sébastien LENGAGNE, Nacim RAMDANI, Philippe FRAISSE (LIRMM / INRIA) : Application of Interval Analysis : safe path planning.

Nous pensons que ce workshop a été un succès et nous avons décidé de proposer une seconde édition de ce workshop. SWIM'09 se tiendra à Lausanne, EPFL les 10, 11 et 12 juin 2009.

Programme des journées organisées par le groupe MEA depuis 2006

Réunion du 16 mars 2006 (16 participants)

- G. Chabert, A. Goldsztejn, *Interval hull for a class of quantified linear systems*
- N. Delanoue, *Interval analysis for proving asymptotic stability of a nonlinear system*
- A. Gning, P. Bonnifait, *Solving CSP involving cycles*
- M.K. Didi Alaoui, *Estimation d'état dans les graphes d'événements à flux temporels. Application à la détection de défaillances*

Réunion du 18 mai 2006 (12 participants)

- C. Combastel, *Fault diagnosis based on set-membership approaches*
- L. Jaulin, *interval constraint propagation for the SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) of a marine robot*
- A. Goldsztejn, L. Jaulin, *Inner and Outer Approximations of Existentially Quantified Equality Constraints*
- S. Lagrange, N. Delanoue, L. Jaulin, *Interval Analysis for testing injectivity of a differentiable function*

Réunion du 07 décembre 2006 (9 participants)

- G. Melquiond, *Proposing Interval Arithmetic for the C++ Standard*
- O. Adrot, F. Chamieh, B. Boudevillain, M. Gosset, J-M. Flaus, *Rain rate estimation from weather radar measurements*
- N. Meslem, N. Ramdani, *Identification ensembliste de systèmes à temps continu par atteignabilité hybride*
- E. Walter, M. Kieffer, *Sensitivity analysis for the guaranteed estimation of the parameters of nonlinear continuous-time knowledge-based models*

Réunion du 19 juillet 2007 (16 participants)

- M. Lhommeau. *Characterization of capture basins via interval methods.*
- A. Goldsztejn. *A new containment method for rigorous shadowing.*
- T. Dang. *Reachability computation using set integration.*
- O. Nasri. *Reachability analysis of nonlinear systems by warranty piecewise affine approximation.*
- N. Meslem. *Reachability analysis of nonlinear systems via interval analysis.*
- L. Jaulin. *Embedded intervals.*
- G. Soares. *An interval-based approach vs. particle filtering : comparison and application to range-only target tracking with multistatic radar.*

Réunion du 1er octobre 2007 (23 participants)

Cette réunion a été conjointement organisée par les GT SYSME et GT MEA du GDR MACS et le GT6 "Conception Innovante et Mécatronique" du GDR Robotique. Les exposés proposés offrent un large spectre de

méthodes (arithmétique par intervalles, calcul ellipsoïdal, optimisation, satisfaction de contraintes ...) dans le but de contribuer à la résolution de problèmes concrets, en particulier la conception, estimation et commande en robotique. Elle s'est déroulée à l'INSA de Lyon

- Nathalie REVOL, *Optimisation globale sans et avec contraintes : résolution à l'aide de l'arithmétique par intervalles.*
- Luc JAULIN, *Interval analysis and constraint propagation ; applications to robotics*
- Jean-Pierre MERLET, *Conception appropriée et analyse par intervalles*
- Nacim RAMDANI, Suzanne LESECQ. *Estimation et observation ensembliste ellipsoïdale : application à l'identification de paramètres en robotique.*
- Nacim RAMDANI, *Intégration numérique garantie d'équations différentielles ordinaires en présence d'incertitude. Application à l'atteignabilité continue non linéaire en présence d'incertitude.*

Réunion du 22 novembre 2007 à Paris

- Guillaume Revy, *FLIP - Software support for single precision floating-point arithmetic on integer processors*
- Raphael Pereira, David Daney, *Int4Sci, a Scilab interface for interval analysis*
- Gilles Chabert, *IBEX, an Interval-Based Explorer*
- Thomas Douillard, *Résolution de problème de contraintes disjonctifs - Heuristiques de splitting.*
- Luc Jaulin, Gilles Chabert, *Resolution of nonlinear interval-valued problems using symbolic interval arithmetic*
- Sébastien Lengagne, Nacim Ramdani, Philippe Fraisse *Guaranteed computation of constraints for safe path planning*
- Stéphane Pikorski, Lionel Lacassagne, Michel Kieffer, Daniel Etiemble, *Efficient 16-bit floating point interval processor for embedded systems and applications*

Réunion du 13 mars 2008 au LISA-Angers

- Marc Gouttefarde, *Analyse par intervalles appliquée à la détermination de l'espace de travail des robots parallèles à câbles.*
- Luc Jaulin, Gilles Chabert, *QUIMPER : a new programming language for set computation*
- Luc Jaulin, Gilles Chabert, *Quelques applications d'intelligence artificielle en automatique.*
- Alexandre Goldsztejn, *On the parallelepiped methods and higher order methods*
- Nicolas Delanoue et Didier Henrion, *Set convexity analysis with Interval Analysis*

Réunion du 13 novembre 2008 à Paris (25 participants)

- Michael Soullignac, Patrick Taillibert, Michel Rueher, *Trajectory Planning for UAVs in Presence of Winds*
- Nicolas Goze, Elisabeth Remm, Michel Goze, *On an algebra whose elements are intervals.*
- Dominique LOHEZ (ISEN-Lille), *Relational and Algebraic Concepts for Automated Interval Reasoning.*
- Amory Bisserier, Sylvie Galichet and Reda Boukezzoula, *Identification of fuzzy regression models*
- Alexandre Goldsztejn, *A New Framework for Sharp and Efficient Resolution of NCSP with Manifolds of Solutions.*
- Mehdi Lhommeau, *A new interval/graph approach for nonlinear control*
- Gilles Chabert, *QUIMPER, A new constraint tool*
- Luc Jaulin et Stéphane Bazeille, *Image Shape Extraction using Interval Methods.*

4. Perspectives

Les méthodes ensemblistes sont largement appliquées dans les domaines de la robotique et de l'automatique en France, mais très peu à l'étranger. Nous souhaitons étendre l'utilisation des méthodes ensemblistes pour d'autres domaines d'applications (comme le traitement du signal, la biologie ; ...), mais aussi, nous voudrions que les roboticiens ou roboticiens étrangers se mettent à utiliser plus largement les méthodes par intervalles. C'est à travers le workshop SWIM et les publications des membres de notre GT que nous espérons parvenir à atteindre nos objectifs.

En effet, malgré, toutes ses bonnes propriétés, le calcul par intervalles est resté relativement confidentiel dans la communauté automatique pour les raisons suivantes :

- *Trop coûteux.* Le nombre de variables doit être faible car sinon le temps de calcul est beaucoup trop grand.

- *Pas robuste.* Lorsque des bornes sur les erreurs de mesures ne sont pas rigoureusement respectées ou lorsque des données aberrantes existent, l'ensemble des solutions est vide et le résultat est difficilement exploitable.
- *Difficiles à mettre en œuvre.* L'implémentation efficace des méthodes intervalles est laborieuse et demande des connaissances approfondies en informatique.
- *Peu d'applications réalistes.* Il n'existe pas ou peu d'applications industrielles utilisant le calcul par intervalles et qui pourraient difficilement fonctionner sans un tel outil. Ce fait n'encourage pas un investissement lourd dans les intervalles lorsqu'on doit se confronter à une application d'envergure.

Quelques avancées récentes nous ont permis d'éliminer ces verrous dans le but de diffuser les méthodes ensemblistes.

- Il a été montré récemment que les méthodes par intervalles pouvaient s'avérer très efficaces même quand le nombre de variables est très grand (>100 000, par exemple). Il suffit pour cela de les combiner à des méthodes de propagation de contraintes.
- Lorsque des données aberrantes sont présentes, en cherchant à être cohérent, non pas avec toutes les mesures, mais avec un maximum d'entre-elles, on peut obtenir des méthodes d'estimation très robustes, qui fonctionnent dans des situations incertaines.
- Une nouvelle méthode a été proposée pour calculer de manière efficace l'espace atteignable des systèmes continus non linéaires en présence d'incertitude. Cette méthode associe les modèles de Taylor intervalles avec les théorèmes de comparaison des inégalités différentielles et la théorie des systèmes dynamiques hybrides.
- Ces deux dernières années, des outils informatiques ont été développés dans le cadre de notre groupe de travail (Int4Sci, QUIMPER, Alias). Ces outils permettent de programmer rapidement et aisément des algorithmes ensemblistes.
- Des applications réelles convaincantes utilisant le calcul par intervalles commencent à voir le jour. Des robots utilisant le calcul par intervalles pour se localiser existent. Le SLAM avec des méthodes ensemblistes est utilisé pour la localisation de mines sous-marine, etc.

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

META : THEORIE ET APPLICATIONS DES METAHEURISTIQUES

PATRICK SIARRY¹, EL-GHAZALI TALBI²

¹LISSI, Créteil, Université de Paris 12, ²LIFL, Université de Lille

Site : <http://www.lifl.fr/~talbi/META>

1. Présentation scientifique

Les ingénieurs se heurtent quotidiennement à des problèmes technologiques de complexité grandissante, qui surgissent dans des domaines très divers, comme dans les transports, les télécommunications, la génomique, la mécanique, le traitement d'images, et l'électronique. Nous nous intéressons à un groupe de méthodes, dénommées *métaheuristiques*, comprenant notamment la méthode du recuit simulé, les algorithmes évolutionnaires, la méthode de recherche tabou, les algorithmes de colonies de fourmis, l'optimisation par essaim particulaire, les algorithmes à estimation de distribution, la programmation par contraintes... apparues, à partir des années 1980, avec une ambition commune : résoudre *au mieux* les problèmes dits *d'optimisation difficile*. Les métaheuristiques se prêtent, en outre, à des *extensions* diverses, qui ont été proposées pour faire face à des particularités de l'optimisation. Pour illustrer la vitalité du domaine, on peut citer quelques unes de ces extensions : modèles parallèles, optimisation multi-objectif, adaptation aux problèmes à variables continues, optimisation multimodale, méthodes hybrides, optimisation dynamique.

Cette présentation ne doit pas éluder la principale difficulté à laquelle est confronté l'utilisateur, en présence d'un problème d'optimisation concret : celui du choix d'une méthode "efficace", capable de produire une solution "optimale" – ou de qualité acceptable – au prix d'un temps de calcul "raisonnable". Face à ce souci pragmatique, la théorie n'est pas encore d'un grand secours, car les théorèmes de convergence sont souvent inexistantes, ou applicables sous des hypothèses très restrictives. En outre, le réglage "optimal" des divers paramètres d'une métaheuristique, qui peut être préconisé par la théorie, est souvent inapplicable en pratique, car il induit un coût de calcul prohibitif. En conséquence, le choix d'une "bonne" méthode, et le réglage des paramètres de celle-ci, font généralement appel au savoir-faire et à l'expérience de l'utilisateur, plutôt qu'à l'application fidèle de règles bien établies.

Les efforts de recherche en cours visent à remédier à cette situation, périlleuse à terme pour la crédibilité des métaheuristiques : compte tenu du foisonnement du domaine, il est devenu indispensable d'éclairer l'utilisateur dans le choix d'une métaheuristique ou d'une méthode hybride, et dans l'ajustement de ses paramètres. Nous mentionnons en particulier trois enjeux importants de ces travaux. Le premier est l'exploitation systématique d'hybridations et de coopérations entre méthodes (émergence des systèmes multi-agents, mise au point d'une taxinomie des méthodes hybrides, ...). Le second concerne les possibilités d'analyse systématique des métaheuristiques du point de vue de la convergence, la complexité, la robustesse et les garanties de qualité ; une voie prometteuse est l'analyse des "paysages d'énergie" (rugosité, caractère fractal, ...). Le troisième enjeu porte sur les tentatives d'unification du domaine, par exemple sous la dénomination de "programmation à mémoire adaptative".

Cohérence du groupe META avec d'autres structures existantes

Le groupe META, créé dans le cadre de la ROADEF, est clairement partie prenante dans les projets de participation de la communauté de Recherche Opérationnelle aux GdRs existants. Il faut signaler que la nature très pluridisciplinaire du sujet crée aussi un lien avec d'autres structures existantes. En particulier, une partie des enseignants-chercheurs concernés ne relèvent pas de la section 27 du CNU.

Par exemple, l'adaptation des métaheuristiques en vue de la résolution des problèmes à variables continues ouvre un vaste champ d'application dans le domaine de l' "identification", qui intéresse en premier lieu les automaticiens (section 61 du CNU). A cet égard, l'appartenance des initiateurs du groupe META à deux sections différentes du CNU (les sections 27 et 61) nous apparaît comme une source potentielle d'élargissement de la communauté de chercheurs concernée par le groupe META. Nous avons en outre identifié plusieurs industriels intéressés par le groupe META. Par ailleurs, le groupe de travail sur les métaheuristiques de EURO (*EU/ME*), est favorable à l'établissement de liens forts avec le groupe META. Des manifestations communes avec le *groupe PM20* de la ROADEF sont organisées pour ce qui concerne l'application des métaheuristiques à des problèmes d'optimisation multiobjectif. Enfin, des liens sont établis avec le *groupe JET*, qui organise environ deux fois par an les "Journées Evolutionnaires".

2. Organisation

Le nombre d'inscrits est de 267 dont environ 150 doctorants, le nombre d'équipes inscrites étant de 40.

Laboratoires associés participant activement au groupe

-
- Laboratoire LiSSi (Laboratoire Images, Signaux et Systèmes Intelligents, EA 3956), Université de Paris 12. Représentant : Patrick Siarry
- Equipe OPAC (Optimisation Parallèle Coopérative), Laboratoire LIFL UPRESA CNRS 8022. Représentant : El-Ghazali Talbi
- Laboratoire LIMOS, Université de Clermont-Ferrand. Représentant : Michel Gourgand
- Laboratoire d'Informatique de Tours. Représentant : Mohand Slimane
- Laboratoire LGI2P–Arles, Ecole des Mines. Représentant : Michel Vasquez
- Département Informatique et Réseaux, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications. Représentante : Irène Charon
- Laboratoire LERIA, Université d'Angers. Représentant : Jin-Kao Hao
- Equipe MACSI, Laboratoire LORIA, Université de Nancy-Metz. Représentant : Henri Amet
- Equipe OPALE, Laboratoire PRISM, Représentant : Thierry Mautor
- Laboratoire LAMIH, Université de Valenciennes. Représentant : Arnaud Fréville

Délivrables (sessions de conférences, publications, ouvrages) sur la période 2006-2009 :

Sessions de conférences

Organisation de sessions dans les conférences ROADEF'06, MOSIM'06, Logistique et Transport » LT'06, ROADEF-FRANCORO'07, EURO'07, ROADEF'08, MOSIM'08, CIFA'08 et ROADEF'09.

Co-organisation du Track « Metaheuristics and Soft Computing in Industrial Applications » (3 sessions), dans le cadre de la conférence INCOM'06 (17-19 mai 2006, à Saint-Etienne).

Numéros spéciaux de journaux internationaux

Numéro de *European Journal of Operational Research*, sur le thème : « Adaptation of Discrete Metaheuristics to Continuous Optimization ». Editeurs invités : Patrick Siarry et Zbigniew Michalewicz. Volume 185, 2008.

Numéro de *RAIRO-OR*, sur le thème : « Cooperative methods for Multiobjective Optimization ». Editeurs invités : Clarisse Dhaenens, Patrick Siarry et El-Ghazali Talbi. Volume 42, 2008.

Numéro de *International Journal of Computational Intelligence Research*, sur le thème « Particle Swarm Optimization ». Editeurs invités : Maurice Clerc, Jim Kennedy et Patrick Siarry. Volume 4, n°2, 2008.

Numéro de *European Journal of Operational Research*, sur le thème « Metaheuristics in Transportation and Logistics », suite à la conférence INCOM'2006. Editeurs invités : Patrick Siarry et Eric Taillard. Volume 195, 2009.

Numéro de *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms* sur les métaheuristiques. Editeurs invités : El-Ghazali Talbi et Laetitia Jourdan. A paraître en 2009.

Numéro de la *Revue d'Intelligence Artificielle* sur les métaheuristiques appliquées à l'intelligence artificielle. Editeurs invités : El-Ghazali Talbi et Khaled Mellouli. A paraître en 2009.

Ouvrages

Johann Dréo, Alain Pérowski, Patrick Siarry and Eric Taillard, book managed by Patrick Siarry, « Metaheuristics for Hard Optimization », *SPRINGER* (2005).

El-Ghazali Talbi, « Parallel Combinatorial Optimization », *WILEY* (2006).

Patrick Siarry (coordinateur), « Optimisation en traitement du signal et de l'image », *HERMES, traité IC2* (2007).

Patrick Siarry and Zbigniew Michalewicz (Editors), « Advances in Metaheuristics for Hard Optimization », Natural Computing Series, *SPRINGER* (2008).

Nicolas Monmarché, Frédéric Guinand et Patrick Siarry (coordinateurs), « Fourmis artificielles. Des bases algorithmiques aux concepts et réalisations avancés », *HERMES, traité IC2* (2009).

El-Ghazali Talbi, « Metaheuristics: from design to implementation », 650 pages, *WILEY* (2009).

Organisation de conférences

META'06 (Hammamet, Tunisie, 2-4 novembre 2006) : 150 participants.

OEP'07 : 2^{ème} conférence francophone sur l'*Optimisation par Essaim Particulaire* (Paris, 23-24 avril 2007) : 80 participants.

META'08 « International Conference on Metaheuristics and Nature Inspired Computing » (Hammamet, Tunisie, 29-31 octobre 2008).

Journées de travail

08-10 mars 2006, à l'Ecole Centrale de Paris, dans le cadre des journées STP du GdR MACS : organisation d'une réunion commune avec les groupes de travail MMS (« Modélisation Multiple et Simulation ») et SCDD (« Systèmes Complexes et Décision Distribuée ») du GdR MACS, sur le thème : « Algorithmique pour la Théorie des Jeux ».

Formations

Métaheuristiques et ParadisEO : Lille (juin 2006) ; Tunis, Tunisie (novembre 2006, mars 2007 et novembre 2008) ; Luxembourg (avril 2007 et juin 2008) ; Madrid, Espagne (avril 2008).

Métaheuristiques pour l'optimisation difficile (12 juillet 2007 à Reims, dans le cadre de l'école des JD MACS).

Relations industrielles :

Des industriels (en particulier, Renault, EDF et France Télécom) sont membres du GT META.

3. Perspectives

Nous prévoyons d'organiser des séries d'exposés décrivant plusieurs manières d'aborder un même problème, en liaison avec des industriels spécialistes du domaine concerné.

Un autre objectif est la constitution de groupes de chercheurs issus de plusieurs équipes, en vue de répondre à des appels d'offres ciblés (ANR, contrats européens).

Nous prenons part, au niveau national, à la structuration de la communauté de chercheurs en *Systèmes auto-organisés* (colonies de fourmis, essais particuliers).

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

MMS : MODELISATION MULTIPLE ET SIMULATION

MICHELLE CHABROL¹, ANNE L'ANTON²

¹LIMOS UMR CNRS 6158, Université Blaise Pascal, Campus des Cezeaux - B.P. 10125, 63173 AUBIERE
Cedex chabrol@isima.fr

²IRCCyN UMR CNRS 6597, BP 92101, 44321 NANTES Cedex 03 anne.lanton@univ-nantes.fr

1. Objectifs du groupe

Le groupe MMS a pour objectif de structurer le domaine de la modélisation et de la simulation, à travers des travaux théoriques de synthèse sur les concepts et la terminologie employés, les approches méthodologiques définies, les formalismes utilisés, et les applications concrètes réalisées (mise en oeuvre et validation sur des cas réels, comparaisons avec d'autres méthodes et techniques existantes, ...).

Le champ d'étude et d'application du groupe MMS est très vaste. Il comprend les domaines suivants : systèmes administratifs, systèmes hospitaliers, systèmes informatiques (architectures multiprocesseurs, réseaux...), systèmes industriels de production, systèmes naturels, systèmes matériels (cartes, circuits,...), systèmes de transport (routiers, urbains,...).

2. Organisation

Le groupe se réunit une à deux fois par an à l'occasion des journées STP du GDR Macs. Il offre aux doctorants un cadre d'expression et d'échanges, et facilite l'accès à la connaissance (en moyenne 6 doctorants participent aux réunions). Certaines réunions sont consacrées à des exposés d'étudiants doctorants.

Un serveur Web, (<http://www.isima.fr/gdrmacs-mms>) est à la disposition des membres du groupe avec entre autre un forum de discussion dans lequel peuvent être déposées des annonces de conférences, des fichiers, ...

Le groupe MMS a et aura des relations fortes avec des groupes de travail tels que :

- Bermudes pour la modélisation et la simulation de systèmes,
- META pour le couplage de méthodes d'optimisation combinatoire et de modèles de simulation,
- GISEH pour la mise en oeuvre de la modélisation multiple sur un système complexe

Le groupe MMS est un groupe pluridisciplinaire et a aussi des relations naturelles (pour certaines à développer) avec des GT relevant de l'automatique continue du GDR MACS et les groupes de travail du GDR I3, notamment Systèmes d'Information pour la définition et la mise en oeuvre de formalismes d'analyse et de spécification. Il cherchera à développer des relations avec des équipes SHS travaillant par exemple dans le domaine de la logistique.

3. Bilan des activités

Le groupe a organisé :

3 sessions à MOSIM'06 :

- Etude dynamique de l'ordonnancement d'un laboratoire de contrôle qualité pharmaceutique Fontanili F., Lamothe J., Dupuy M., Nexon C.
- Simulation combinée discret/continu : étude du cas d'une fonderie - Pierreval H.
- Aide à la conception orientée recyclabilité : des normes aux contraintes - Houe R., Grabot B.
- Vers le formel par complémentation de spécification semi-formelle - Habrias H.
- Un modèle générique de simulation pour la reconfiguration des réseaux logistiques : influence des politiques de pilotage - Pirard F., Iassinovski S., Riane F.
- A multi-formalism approach for discrete event system design: a case study - Dacharry H.P., Giambiasi N.
- Développement d'une plate-forme d'optimisation de gestion des flux - Bagein M., Born S., Iassinovskaia G., Parlante B.

- Modéliser le fonctionnement et l'organisation des exploitations agricoles: quelles méthodes pour le secteur agricole? Abt V., Pierreval H., Lardon S., Steffe J
- Modélisation de la demande grâce à la logique floue - Da Cunha C., Agard B.
- Aide à la décision pour la conception de systèmes complexes : une approche multiagents - Augeraud M., Collé F., Sarramia D., Boussier JM
- Modélisation et simulation à événements discrets du pôle imagerie d'un hôpital moderne - Mebrek F., Tanguy A.
- Traduction de modèles grafct en B : exemple des séquences alternées - Stoquer C.
- SimExplorer : un outil générique pour programmer et exécuter des plans d'expériences sur des modèles - Faure T., Deffuant G.
- Exploitation de la simulation dynamique hybride pour la conduite de procédés semi-continus - Hétreux G., They R., Olivier N., Le Lann J.M

1 session à INCOM06 : Simulation For Enterprise Engineering

- Simulation Platform In The Virtual Factory Laboratory System (CN) Fang H., Feng Y., Rong G.
- A Simulation Study Of The Crankshaft Line In An Automotive Factory (KR) Moon D.H., Xu T., Shin W.Y.
- Virtual Factory Simulation Platform And Its Application (CN) Wu Y., Zhang J., Feng Y., Rong G.
- A Simulation Testbed For Decision System Evaluation In A Furniture Manufacturing Group (FR) Klein T., Thomas A.

Un numéro spécial JESA :

« **Méthodes et outils de la simulation** » Vol. 40 - n° 1/2006 - 154 p., ISBN : 2-7462-1476-8.

- Extraction de règles d'ordonnancement ; aide au paramétrage d'un progiciel d'ordonnancement. Chebel-Morello, Baptiste, Lerenó
- Démarche analytique d'amélioration continue des processus d'entreprise. Identification de la relation de causalité entre indicateur et inducteur de performance. Sid-ali Addouche, El-mouloudi Dafaoui, Abderrahman El Mhamedi.
- Choix d'une stratégie de polyvalence du personnel transversal dans un bloc opératoire. Frédéric Albert, Eric Marcon.
- L'outil réseaux de Petri hybrides dans les réseaux de communication. M. Bitam et H. Alla.
- The use of the numerical integrator in Scicos, a user friendly graphical based simulation software. Masoud Naja, Ramine Nikoukhah
- Une méthodologie de modélisation multiple et incrémentale pour la simulation. Application aux systèmes de trafic urbain. Michelle Chabrol - David Sarramia
- Estimation des paramètres d'étalonnage de la mission spatiale MICROSCOPE. Validation par simulation des méthodes d'estimation. Emeline Guiu, Jean-Jacques Loiseau, Manuel Rodrigues et Pierre Touboul.

1 session à MOSIM'08

- Transformation automatique du modèle aris en modèle de simulation : le cas des flux pharmaceutiques du CHU Brugmann V. André, O. Roux
- Modèle de connaissance générique et outils d'aide à la décision pour les blocs obstétricaux M. Chabrol, M. Gourgand, S. Rodier
- Un mécanisme de coopération dans une organisation hiérarchique W. Alshabi, M. Itmi, S. Ramaswamy, A. Habib
- Proposition d'un modèle de connaissance générique des unités de soins J. Chauvet, S. Kemmoé, B. Aleksy

1 session commune MMS/C2EI/BERMDUES à MOSIM'08

- Evaluation de performance et trajectoire organisationnelle : le référentiel de rigidité. O. Devise, J.L. Paris, J.P. Vaudelin
- Prise en compte des contraintes liées à la gestion des compétences en ordonnancement et simulation. B. Grabot
- Couplage planification/ordonnancement : une approche par décomposition et génération de coupes. O. Guyon, P. Lemaire, E. Pinson, D. Rivreau

Réunions du groupe au cours des journées STP

PARIS les 9 et 10 Mars 2006 : Réunion META/SCDD/MMS sur le thème « Algorithmique et théorie des jeux »

VALENCIENNES les 16 et 17 Novembre 2006 : Une session doctorants : 3 exposés

- Utilisation des QPN (Queuing Petri Nets) pour la modélisation et l'analyse des processus opérationnels - Aït-Seddik A.
- Méthodologies de modélisation, simulation et pilotage en ligne de systèmes de production - Boutin O.
- Simulation pro-active - Cardin O.
- Amélioration continue des performances des systèmes de production des biens et de services (SPBS) - Bousbia S.

Une session thématique sur l'« Approche holonique » : 2 exposés

- Approche holonique pour le pilotage d'un système de production de vitres de sécurité feuilletées - Blanc P.
- Conception/modélisation de systèmes hybrides, à la fois centralisés et distribués, de systèmes de pilotage de flux et plus généralement de chaînes logistiques - Thomas A., Pannequin R.

LA ROCHELLE les 15 et 16 Novembre 2007

Une réunion pour l'organisation d'une école d'été à REIMS – 11 et 12 Juillet 2007 - sur le thème « Simulation – Couplage Simulation / Optimisation ».

REIMS les 11 et 12 Juillet 2007 : session de l'école des JDMACS sur le thème « Simulation – Couplage Simulation / Optimisation ».

- Couplage optimisation/simulation : théorie et pratique Sylvie NORRE, Olivier ROUX.
- Présentation de l'outil ARENA - Principes de modélisation - Pierre CASTAGNA.
- Présentation de l'outil WITNESS - Principes de modélisation - Franck FONTANILI.
- Présentation de l'outil QUEST : Principe de modélisation - Pierre CASTAGNA.
- WITNESS/SIMBA : Interfaçage simulation / Optimisation / MES - Franck FONTANILI.
- ARENA, QUEST : Interfaçage simulation / Optimisation / MES - Travaux pratiques - Pierre CASTAGNA.
- Conclusion : comparaison des outils présentés.

AIX EN PROVENCE du 21 au 23 Novembre 2007 : Réunion commune MMS/C2EI/BERMUDES sur le thème « Ordonnancement, simulation et ressources humaines »

- Prise en compte des contraintes liées aux ressources humaines en ordonnancement et simulation. Bernard Grabot, ENIT, Tarbes
- LAESH: un langage d'analyse et d'évaluation des systèmes hospitaliers. Application à la modélisation des ressources humaines. Sophie Rodier, LIMOS, Clermont Ferrand
- Heuristiques pour le dimensionnement des ressources humaines et matérielles. Application aux plateaux médico-techniques. Michel Gourgand, LIMOS, Clermont-Ferrand
- Ordonnancement simultané des moyens de production et des ressources humaines. Alain Hait, ISAE-ONERA, Toulouse
- Ordonnancement des opérations de réglage machine lors d'un changement de série : prise en compte des compétences des opérateurs. Cédric Pessan, LI, Tours
- Table ronde finale : "Quelles perspectives communes sur ce thème entre les trois groupes ?"

METZ du 19 au 21 Novembre 2008 : Réunion commune AMOEP/MMS

- exposé de travail AMOEP: Aïcha AGUEZZOUL "Évaluation de la performance des prestataires logistiques " et discussion.
- Cadre de modélisation et de simulation de processus métier et d'activités de services pour le design de services innovants - Florie BUGEAUD

4. Perspectives

Les objectifs que nous nous étions fixés fin 2004 ont été atteints, à part peut-être la rédaction d'un ouvrage collectif, auquel s'est substitué un numéro spécial. Nous envisageons d'organiser une autre école (printemps ou été) pour faire suite à celle de Reims.

Une étude est en cours pour envisager la fusion de MMS avec le groupe AMOEP, pour former un nouveau GT qui pourrait être intitulé « Méthodes et Outils pour la Modélisation et l'Évaluation » (MOME). Les thématiques de ce nouveau GT seraient en cohérence avec la réunion des thématiques des deux anciens GT.

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

RDP : RESEAUX DE PETRI

PATRICE MOREAUX¹, THOMAS BOURDEAUD'HUY²

¹ LISTIC, Université de Savoie ESIA, BP 806, 74016 Annecy Cedex, patrice.moreaux@univ-savoie.fr

² LAGIS Ecole Centrale de Lille BP 48 59651 Villeneuve D'Ascq, thomas.bourdeaud_huy@ec-lille.fr

<http://www3.ec-lille.fr/~rdp/>

Les premiers animateurs de groupe, *Isabel Demongodin* et *Pascal Yim*, ont confié l'animation du groupe à *Mourad Abed* et *Patrice Moreaux* en novembre 2005 à l'occasion des cérémonies organisées en l'honneur de l'Honoris Causa de Manuel Silva à Reims. Le groupe a alors une période transitoire durant laquelle aucune réunion n'a été organisée en dehors des journées nationales MACS. Lors des journées nationales MACS de novembre 2006, l'animation du groupe a été confiée à *Patrice Moreaux* et *Thomas Bourdeaud'huy*. La description qui est faite ici concerne principalement les activités du groupe depuis cette date.

1. Présentation scientifique

Contexte

Les réseaux de Petri (P/T nets) sont un formalisme mathématique (basé sur les graphes bipartis orientés) qui a été défini dans le début des années 60. Ils se prêtent particulièrement à la spécification et la modélisation des systèmes à événements discrets et donc au développement de systèmes distribués et concurrents. Ayant une sémantique comportementale, ils sont utilisés pour modéliser de manière non ambiguë la dynamique de toute spécification et description d'applications ou de systèmes. Mais avant toute chose, ils permettent de simuler cette dynamique et surtout, par des techniques d'analyse et de vérification (model-checking), de rechercher des propriétés comme l'interblocage, la vivacité, la famine, etc.. Ils garantissent ainsi une meilleure fiabilité du produit à réaliser et assurent un gain d'effort significatif dans la réalisation de tels systèmes grâce à la réduction du nombre de tests de l'application qui est développée. Les réseaux de Petri font aussi l'objet d'applications industrielles dans les domaines des protocoles et systèmes de télécommunication, des ateliers flexibles de production et de logistique, des architectures à base de microprocesseurs, des transports, des banques, ...

Les méthodes d'analyse ne sont cependant efficaces que si elles sont implémentées par des outils permettant l'automatisation du processus d'analyse et pouvant aussi assurer la génération automatique de code. Citons les outils, CPN-AMI, GreatSPN, PEP, CPNtools.

L'utilisation des réseaux de Petri pose néanmoins des difficultés pour la réalisation de systèmes de taille significative, car le concepteur d'application est rapidement confronté à l'explosion combinatoire du nombre d'éléments à traiter. Les réseaux de haut niveau (HL-nets) ont été définis pour résoudre ces problèmes en introduisant des concepts de haut niveau comme l'utilisation de structures de données complexes exprimées par exemple au moyen d'expressions algébriques. Il faut aussi savoir qu'il existe différentes variantes et extensions des réseaux de Petri qui introduisent les notions de temps, de probabilités, etc.

On assiste ainsi à un foisonnement de nouveaux modèles, outils et techniques. Plusieurs approches de recherche se complètent par conséquent. Une communauté scientifique internationale s'est constituée autour de l'étude des fondements et des applications des réseaux de Petri (congrès internationaux, newsgroups, newsletter, ...) et organise la conférence annuelle ICATPN.

Toutes les informations sur les activités de la communauté peuvent être consultées sur le site <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/>. On peut notamment y trouver des références sur des outils à télécharger, une bibliographie très complète, les conférences en rapport avec les réseaux de Petri. En France, cette communauté concerne plusieurs laboratoires de recherche

(CEDRIC-CNAM, CRAN, GREAH, INRIA Lorraine, IRISA, LAAS, LAGEP, LAGIS, LAMIH LAMSADE, GIPSA-Lab, CReSTIC, LERI, LIG2A, LIAFA, LIHS, LIP6, LIPN, LIRMM, LISI-ENSMA, LISTIC, IRCCyN, IRIT...) regroupée autour du groupe francophone sur les réseaux de Petri rattaché au GdR MACS.

Objectifs du groupe

Les objectifs du groupe RdP sont multiples. D'une part, de nombreux jeunes chercheurs éprouvent le besoin de confronter leurs travaux dans le cadre d'une communauté nationale. D'autre part, la capitalisation de la connaissance sous forme de modèles bien établis devient cruciale pour de nombreux industriels. Enfin, les travaux de la communauté française pourraient avoir plus d'impact dans la communauté internationale si une structure pouvait faciliter les échanges et les collaborations entre chercheurs et développeurs francophones. Ainsi, le groupe RdP se donne pour objectifs de :

- Mettre en contact des équipes travaillant sur des problèmes similaires, avec des approches différentes ;
- Proposer des "états de l'art" sur une thématique concernant les RdPs ;
- Échanger des résultats et des idées sur des travaux de recherche en cours.

Une des spécificités du groupe Réseaux de Petri est sa pluridisciplinarité « Automatique – Productique - Informatique ». Généralement, les équipes de recherche travaillant sur les RdPs sont plus particulièrement spécialisées dans une approche spécifique : fondements, outils, applications, modélisation, analyse, ... D'autre part, plusieurs champs disciplinaires sont concernés : informatique fondamentale ou appliquée, automatique du discret ou du continu, productique ... Il convient de souligner la complémentarité de ces approches et la fécondité de la synthèse des différents résultats. En ce sens, il semble plus intéressant de réunir les différentes composantes de la communauté de recherche travaillant sur les RdP, plutôt que de diviser le groupe de travail en sous-groupes thématiques distincts. De plus, les réseaux de Petri étant à la fois un outil de modélisation et de commande, le groupe RdP est membre des axes MEMO (Modélisation, Évaluation et Méthodes d'Optimisation) et SC1 (Systèmes de Commande 1 : théories et méthodes) du GDR MACS. Finalement, il faut noter que le groupe RdP souhaite ne pas traiter exclusivement de modèles Réseaux de Petri mais s'intéresse également aux autres modèles de systèmes à événements discrets comme les automates, les algèbres de processus, etc.

2. Organisation

Réunions

Quatre à cinq réunions par an sont prévues (dont deux lors des journées nationales MACS). Elles se déroulent généralement le vendredi de 10H à 17H à Paris (CNAM, LIP6, autre laboratoire), de manière à permettre à chacun de participer à la réunion sans engager plus d'une journée de travail, transport compris. Les exposés durent en général 40 minutes, suivis de 20 minutes de questions de façon à permettre une discussion approfondie. Cette organisation permet de placer jusqu'à 5 exposés par journée.

- La traditionnelle journée « jeunes chercheurs » est organisée en janvier, entre le passage des thèses et les résultats de qualification. Elle permet aux nouveaux docteurs de présenter leurs travaux à la communauté.
- Les autres journées sont organisées autour d'un thème spécifique, avec en général un ou deux exposés de synthèse, suivis d'exposés de recherche.
- Les journées nationales MACS sont l'occasion de nous réunir avec d'autres groupes de travail (par exemple INCOS à La Rochelle le 16 mars 2007). Elles permettent de cibler plus spécifiquement la communauté « automatique » du GDR Macs.

Lors de chaque réunion, un temps spécifique est consacré aux annonces et aux discussions autour de l'animation du groupe. C'est à ce moment que se décident les thèmes des prochaines réunions, ainsi que les perspectives du groupe.

Serveur

Le site web du groupe (<http://www.ec-lille.fr/~rdp>) présente les résumés des exposés des précédentes réunions ainsi que le sommaire des prochaines rencontres. D'autres rubriques sont mises à jour suivant l'actualité de la communauté, avec notamment les conférences à venir, les thèses soutenues récemment dans le domaine, des références d'ouvrages de synthèse, et divers liens sur d'autres sites. Il est prévu d'ajouter de nouvelles rubriques, comme indiqué dans la section « perspectives ».

Liste de Diffusion

Suite à la reprise du groupe, nous utilisons temporairement plusieurs listes de diffusion électronique. La liste présentée comme « officielle » sur notre site est celle du GDR MACS. La communauté « informatique » est également touchée par une liste de diffusion constituée au fur et à mesure des réunions. Nous envisageons à court terme de reprendre en charge une liste de diffusion spécifique qui permette de simplifier la gestion des envois de mail.

Délivrables

D'un point de vue des « délivrables », nous avons noté avec intérêt la proposition de « fiches-outils » du GDR Macs. Nous pensons participer à la rédaction de telles fiches concernant les réseaux de Petri et leurs extensions. La relative « jeunesse » du groupe depuis sa renaissance ne nous a pas permis de nous lancer dans l'organisation de sessions spéciales de congrès ou de journaux. Nous commençons par recenser les problématiques communes aux participants du groupe de manière à proposer des sujets qui emporteront l'adhésion du plus grand nombre.

Relations

Du fait du caractère formel des Réseaux de Petri, ce formalisme est naturellement utilisé lors de la spécification et la vérification de logiciel. De ce fait, nous nous sommes rapprochés de deux groupes francophones traitant du sujet de manière à conjuguer nos efforts.

- Le groupe **MEFOSYLOMA** (Méthodes Formelles pour Les Systèmes Logiciels et Matériels - <http://mefosyloma.cnam.fr>), que nous avons rejoins lors de la réunion du 19 janvier ;
- L'action transversale **AFSEC** du CNRS (Approches Formelles pour les Systèmes Embarqués Communicants - www.afsec.asr.cnrs.fr), de laquelle nous nous sommes rapprochés pour partager les annonces et organiser une réunion en juin autour des « outils ».

Nous avons également maintenu les bonnes relations que nous entretenions déjà avec le groupe **INCOS** du GDR MACS en organisant une réunion commune lors des journées du GDR Macs de La Rochelle.

3. Programme des journées et réunions organisées par le GT

Depuis la remise en route du groupe, quatre réunions ont été organisées. Nous avons constaté que la communauté RDP a su répondre présent rapidement, puisque dès la seconde réunion organisée à Paris, plus d'une trentaine de personnes étaient présentes.

Programme des réunions

19 janvier 2007	Paris (10)	Travaux de jeunes chercheurs
Sami Evangelista Pierre Rousseau	CNAM, Paris	<i>Validation de programmes concurrents à l'aide de la plateforme Quasar</i>
Leila Toursi	IRCCYN, Nantes	<i>Optimisation du marquage dans les graphes d'événements généralisés: une métaheuristique basée sur l'algorithme du recuit simulé</i>
Laurent Houssin	LISA, Angers	<i>Commande de systèmes (max,+) linéaires contraints en minimisant l'effet de la correction</i>
Kurt Jensen	Univ. Aarhus, Danemark	<i>Introduction to two "smart" state space techniques (Programme MEFOSYLOMA)</i>

Alexandre Hamez	LIP6, Paris	<i>Distributed model checking with libDMC (Programme MEFOSYLOMA)</i>
16 mars 2007	La Rochelle (10)	Reconfiguration & Diagnostic avec les RdPs (Journée commune avec le groupe INCOS)
Sébastien Henry, Eric Deschamps, Eric Zamaï, Mireille Jacomino	LIESP, Lyon GSCOP, Grenoble	<i>Synthèse de Lois de Commande pour la Configuration et la Reconfiguration des Systèmes Industriels Complexes</i>
Siegfried Soldani	LAAS, Toulouse	<i>Intermittent Fault Diagnosis in Discrete Events Systems</i>
Thomas Bourdeaud'huy Armand Toguyeni	LAGIS, Lille	<i>Reconfiguration à l'aide des Réseaux de Petri et de techniques d'Optimisation Combinatoire</i>
23 mars 2007	Paris (32)	Modèles du temps réel: Réseaux de Petri temporisés et temporels, automates temporisés
Olivier H. Roux	IRCCyN, Nantes	<i>Extensions temporelles des réseaux de Petri - temps sur les arcs, places ou transitions</i>
Benoit Trouillet	LAGIS, Lille	<i>Une approche formelle du comportement temporel d'une classe de réseau de Petri</i>
Serge Haddad	LAMSADE, Paris	<i>Réseaux de Petri temporels et Automates temporisés</i>
François Laroussinie	LSV, Cachan	<i>Model checking des SED temporisés</i>
Mohamed Khalid Didi ALaoui	ISTIA, Angers	<i>Modélisation, classification et analyse des graphes d'événements temporels: vivacité</i>
23 novembre 2007	Aix en provence (6)	Ordonnancement et Réseaux de Petri (+ exposé dans la thématique du groupe INCOS)
Ahmed Guadri	LAGIS, Lille	<i>Une architecture orientée composants pour la commande et reconfiguration des systèmes hybrides</i>
Claire Hanen	Université Paris X Nanterre / LIP6 UPMC	<i>Ordonnancements périodiques de graphes d'événements généralisés temporisés</i>
Abdelhak Guezzi	LISA Angers	<i>Temps de cycle des graphes d'événements P-temporel</i>
14 mars 2008	Roanne (10)	Travaux de jeunes chercheurs
Morgan Magnin	IRCCyN, Nantes	<i>La recherche de méthodes efficaces pour la vérification de réseaux de Petri à chronomètres en temps discret</i>
Fateh KAAKAI	Laboratoire Systèmes et Transport, UTBM	<i>Modélisation et évaluation des pôles d'échanges multimodaux par une approche hybride multiéchelle basée sur les réseaux de Petri lots</i>
Aurélien Corrêia	Laboratoire Systèmes et Transport, UTBM	<i>Modélisation des conflits dans l'algèbre des dioïdes, application à la régulation de trafic dans les carrefours</i>
Redouane Kara	IRCCyN, Nantes	<i>Évaluation des Performances des graphes d'événements continus valués</i>
Olivier Boutin	IRCCyN, Nantes	<i>Modélisation de systèmes par des GET à temps incertains et applications dans un dioïde d'intervalles</i>
23 janvier 2009	Paris	Travaux de jeunes chercheurs
Vincent Augusto	Ecole des Mines, Saint-Etienne	<i>Modélisation, analyse et pilotage de flux en milieu hospitalier à l'aide d'UML et des réseaux de Petri</i>
Abdelhak Guezzi	LISA, Angers	<i>Deux approches pour calculer le taux de production des graphes d'événements temporisés</i>
Mohamed BOUALI	HeuDiaSyC, UTC Compiègne	<i>Méthodes d'analyse arrière des RdP colorés</i>

Le groupe RDP a également participé à la journée « outils » organisée par l'AFSEC le **22 juin 2007** à l'INSA de Lyon. Patrice Moreaux y a présenté un exposé sur le logiciel GreatSPN.

Laboratoires participants

(depuis 2007 – sans tenir compte des personnes ayant assisté à la réunion du 19/01 au titre de MEFOSYLOMA)

1	CEDRIC	Paris	12	LAGIS	Lille
2	CRAN	Nancy	13	LESTER	Lorient
3	CRESTIC	Reims	14	LIESP	Lyon
4	GIPSA	Grenoble	15	LIP6	Paris
5	G-SCOP	Grenoble	16	LIRMM	Montpellier
6	HEUDIASYC	Compiègne	17	LISA	Angers
7	ICARE	Toulouse	18	LISTIC	Annecy
8	INRIA	Rhones Alpes	19	LSIS	Marseille
9	IRCCYN	Nantes	20	LURPA	Cachan
10	IRIT	Toulouse	21	UTBM	Belfort
11	LAAS	Toulouse			

Soutien aux actions de normalisation des réseaux de Petri

Afin d'obtenir une meilleure organisation des travaux au sein de la communauté internationale, une réflexion sur la normalisation du formalisme a démarré dans le milieu des années 1985 en vue de produire une BNF commune à tous les réseaux de Petri. Cette réflexion ne s'est concrétisée qu'en 2003 en soumettant à l'ISO un projet de standardisation, intitulé ISO/CEI 15909, comportant 3 parties (modèle sémantique, langage d'implémentation, extensions). Le processus de normalisation est long et complexe. Tout projet passe par des phases successives, depuis le document de travail « working draft » jusqu'au stade de norme internationale « international standard ». La France, comme état membre de l'ISO, est impliquée au processus de normalisation de l'ISO/CEI 15909. Elle est très active car elle apporte des contributions essentielles aux parties 1 et 2. Elle désire continuer à s'impliquer de manière pérenne. Les experts français proviennent de trois laboratoires : LIP6, LIPN et CEDRIC. Leur participation demande une inscription officielle de chaque laboratoire à l'AFNOR, ainsi que la prise en charge de leurs frais de déplacement.

Le groupe Réseau de Petri soutient bien évidemment cette action qui impactera fortement la façon dont les réseaux de Petri pourront être utilisés dans l'industrie. A cet effet, le groupe a transmis à la direction du GDR MACS une demande de financement pour accompagner les intervenants français dans le processus engagé. Une subvention de 1000€ a été votée, elle a permis à Isabel Demongodin (LSIS, Marseille) de représenter le groupe lors des réunions du comité de normalisation. Un point sur l'état actuel de cette action sera présenté lors d'une prochaine réunion du groupe RdP.

Renouvellement du groupe RdP

Le renouvellement du GDR MACS qui doit s'opérer en 2009 nous donne l'opportunité de faire le point sur les attentes des différentes communautés vis-à-vis du groupe RdP. En effet, plusieurs autres groupes de recherche traitant en partie des RdP sont apparus depuis la création du groupe RdP, et le positionnement du groupe doit être redéfini.

Par exemple, au sein du GDR MACS, le groupe INCOS (ingénierie de la commande et de la supervision des SED) utilise les réseaux de Petri, ainsi que d'autres modèles discrets, d'un point de vue « application ». Il pourrait être intéressant de savoir si un groupe traitant spécifiquement des

réseaux de Petri a encore sa raison d'être, ou si l'on ne doit pas plutôt élargir les thématiques traitées vers les « méthodes formelles pour les SED », avec un positionnement plus centré sur les formalismes que sur les applications.

Également, dans la communauté « informatique », des groupes de travail comme MEFOSYLOMA (Méthodes Formelles pour les systèmes logiciels et matériels) et AFSEC (Méthodes formelles pour les systèmes embarqués communicants) couvrent régulièrement des thématiques du groupe RdP. La question qui se pose alors est alors plutôt de savoir comment peut s'articuler l'action du groupe RdP par rapport à celles de ces groupes : faut-il garder un groupe dédié RdP permettant de recenser les actions des uns et des autres, d'assurer par exemple la diffusion des actions de normalisation des réseaux de Petri, et de faire se rencontrer les deux communautés « info » et « auto » ?

Nous profitons du renouvellement du GDR MACS au cours duquel les groupes de travail sont amenés à évoluer pour faire le point sur les attentes des communautés « automatique » et « informatique » par rapport au groupe Francophone sur les réseaux de Petri. Cette consultation nous permettra d'obtenir une vision claire des attentes des communautés utilisant les réseaux de Petri et les modèles discrets en général, ainsi que d'identifier des perspectives de travail, quel que soit l'avenir de notre groupe. Le bilan de cette enquête sera effectué lors de notre prochaine réunion du 23 janvier, et nous permettra de finaliser notre fiche de renouvellement.

À ce jour, nous hésitons sur la formule qui serait la plus adaptée pour le groupe : poursuivre sous la forme actuelle, en restant focalisé principalement sur les réseaux de Petri, ou étendre les thèmes du groupe aux approches formelles pour les SED

4. Perspectives

Les perspectives échangées entre les participants lors des réunions précédentes nous ont permis de définir un certain nombre de perspectives que nous listons ci-dessous.

Comité de Pilotage

Nous souhaitons constituer un « comité de pilotage » d'une dizaine de personnes impliquées à un haut niveau national et international dans le domaine des réseaux de Petri, et participant de façon régulière au groupe. Ce comité de pilotage contribuera à la définition des grands axes du groupe, participera à la définition des thèmes des journées, sessions invitées de conférences, sessions spéciales de journaux, chapitres de livres. Il permettra de donner au groupe une visibilité internationale.

Thèmes des prochaines réunions

Les thèmes des journées sont définis deux semaines à l'avance, de façon à disposer du temps nécessaire pour trouver les intervenants et le lieu. Suite aux discussions engagées lors des précédentes réunions, un certain nombre de thèmes ont émergé, correspondant soit aux extensions des réseaux de Petri, soit aux domaines applicatifs à traiter.

Extensions des réseaux de Petri :

- Modèles de la dynamique : Rdp « Elementary Object System » (R. Valk), Recursive Petri Nets (Haddad, Poitrenaud)
- Rdp stochastiques
- Rdp hybrides
- Réseaux de Petri de Haut niveau : objet / coloré / prédicats
- Outils RdPs

Applications des réseaux de Petri :

- Réseaux de Petri et Ordonnancement
- Gestion de la production : workflow / logistique / transport
- RdP et programmation
- Systèmes distribués / répartis

Sessions Invitées, Ecoles & Tutoriaux

Une session invitée sur le thème « Réseaux de Petri et contraintes temporelles » a été proposée par le groupe RdP en collaboration avec Simon Collart Dutilleul (Lagis, Lille) pour la conférence CIFA 2008, 6 présentations ont été effectuées lors de cette session.

L'organisation de la conférence ICATPN (International Conference on Applications and Theory of Petri Nets) à Paris en juin 2009 sera également l'occasion pour le groupe de se réunir en marge de cet événement.

Fiches-Outils

La proposition du GDR sur les fiches outils a retenu notre attention. En parallèle aux actions de normalisation des Réseaux de Petri soutenues par le groupe, de telles fiches contribueraient à l'unification des définitions et notations et permettraient de constituer une base de références pourquoi pas accessibles depuis le serveur. Nous envisageons de coupler la rédaction des fiches aux journées thématiques pour en faciliter la rédaction.

Relations

Outre les relations entreprises avec le groupe MEFOSYLOMA et l'AFSEC, nous souhaitons relancer les partenariats engagés autour du groupe RdP par nos prédécesseurs, qui avaient reçu le soutien du GDR ARP (maintenant ASR) et du club EEA. Nous souhaitons également poursuivre l'organisation des journées communes avec les autres groupes de travail du GDR MACS qui relèvent de nos thématiques.

Serveur & Mailing-list

En plus des réunions qui sont l'occasion de discussions à propos de résultats de recherche récents, nous souhaitons que le serveur du groupe RdP devienne un moyen privilégié d'information et d'animation du groupe. A cet effet, nous définissons actuellement le cahier des charges d'un nouveau site web qui fournira notamment les fonctionnalités suivantes :

- Inscription à une mailing-list RdP spécifique, envois de mail avec archivage sur le site
- Sections « publiques » avec modération permettant de proposer des actualités, annonces de soutenances, ... ;
- Mise à disposition de documents, avec notamment un ensemble de "benchmarks" pour tester les outils d'analyse, des problèmes proposés par des industriels, et des supports de cours sur les RdPs ;
- Outils de recherche sur texte entier et par mots-clés sur l'ensemble des documents du site et des CR de journées.

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

GT SCDD : SYSTEMES COMPLEXES ET DECISION DISTRIBUEE

Stéphane Bonnevey¹, Marc Bui², Michel Lamure¹

¹ LIRIS - 43, boulevard du 11 novembre 1918 69622 Villeurbanne Cedex nom@univ-lyon1.fr

² LRIA /UP8- EPHE, 41, Rue Gay Lussac, 75005 Paris, marcbui@mac.com

1. Présentation scientifique

Un système complexe peut être défini comme un système composé de nombreux éléments autonomes différenciés interagissant entre eux de manière non triviale. Un système complexe se caractérise également par l'émergence au niveau global de propriétés nouvelles, non observables au niveau des éléments constitutifs et par une dynamique de fonctionnement global difficilement prédictible à partir de l'observation et de l'analyse des constituants et de leurs interactions élémentaires. Cela implique en particulier qu'un système complexe ne peut être analysé par une décomposition en sous-systèmes plus simples.

De nombreux objets d'étude dans le champ de l'activité humaine relèvent de cette problématique, notamment ceux rencontrés dans le domaine de la prise de décision. Les acteurs de la vie économique se révèlent en effet des agents « cognitifs », munis de représentations, de capacités mémorielles et d'intentions capables de développer des stratégies individuelles. Ces agents sont amenés à prendre des décisions locales, selon des objectifs individuels, mais ils participent également, de fait, à l'émergence d'une décision globale ou collective qui ne peut être réduite à une combinaison simple de leurs micro-décisions.

Une des activités du groupe est la modélisation des processus de décision et la construction d'outils informatiques permettant d'appréhender ces prises de décision qui sont à la fois distribuées, coopératives et collaboratives. Notre approche mixe les modèles issus de la théorie des jeux et les modèles issus de la décision multicritère, et se situe à deux niveaux :

- La simulation de débats entre décideurs pour envisager différemment l'agrégation de préférences. Nous proposons un processus itératif d'agrégation des préférences individuelles. Au départ du processus, chaque décideur possède ses propres préférences vis-à-vis de chaque couple d'objets/candidats qui lui sont présentés. Il possède également une conviction associée à chacune de ses préférences. Notre processus consiste en la simulation de débats entre les décideurs. Durant un débat, les convictions et les préférences évoluent en fonction des prises de parole et des influences des uns sur les autres. Au terme des discussions, si un consensus est atteint, une préférence globale sur ce couple peut-être émise. Nous proposons différentes modélisations dont une utilisant les concepts issus de la théorie du flou où l'importance des groupements de décideurs (coalitions) est gérée au moyen de capacités de Choquet, et l'évolution des opinions de chaque décideur au moyen de l'intégrale de Sipos.
- La simulation de négociations dans les jeux coopératifs. Dans notre modèle, chaque joueur/agent/décideur essaye d'optimiser ses « gains » par la négociation avec les autres joueurs pour former des coalitions de joueurs. Au-delà du modèle de la théorie des jeux, nous ajoutons des rationalités à ces joueurs qui influencent leur comportement dans les négociations. La théorie des jeux propose un cadre mathématique pour modéliser ces situations de conflits et donne, soit des solutions d'équilibre à ces problèmes, soit prouve ou non l'existence de telles solutions. Par contre, la théorie des jeux n'explique en aucun cas la dynamique de formation de coalitions entre les joueurs menant à ces solutions d'équilibre. Dans ce travail, nous nous intéressons à cette dynamique de négociation entre les joueurs. Nos objectifs sont multiples : étudier tout d'abord cette dynamique en fonction de différents profils de joueurs, définir quels sont les paramètres qui

permettent de converger vers une situation d'équilibre donnée par la théorie des jeux, développer des méthodes d'apprentissage de manière à ce que des joueurs puissent améliorer leurs stratégies au cours des négociations, exploiter et étendre cette approche à des problèmes plus vaste d'aide à la prise de décision. Pour cela, nous avons développé une plate-forme de simulation du processus de négociation et de formation de coalitions en utilisant le formalisme des systèmes multi agents. Un agent est un joueur qui interagit avec les autres agents/joueurs pour former des coalitions. Les premiers résultats montrent que, pour certains paramètres, il y a systématiquement convergence des simulations dans des situations d'équilibre données par la théorie des jeux (convergence dans le « cœur » du jeu). Avec d'autres profils de joueurs, les simulations divergent ou convergent vers des situations non décrites par la théorie des jeux.

Une autre activité du groupe, plus fondamentale, concerne la modélisation des systèmes complexes. Deux des outils privilégiés pour cette modélisation sont la prétopologie et les multialéatoires :

- la Prétopologie est une version affaiblie de la topologie qui permet de structurer des données plongées dans des espaces pauvres du point de vue de leur structure mathématique, et d'analyser des phénomènes d'agrégation de préférences dans la lignée des travaux de Arrow.
- les multialéatoires permettent de modéliser des situations où l'observé est un ensemble et non plus un point. Cela consiste à remplacer le concept de variable aléatoire par celui d'ensemble aléatoire. Plus particulièrement, nous nous intéressons à développer des concepts d'estimation de paramètres dans le cadre des multialéatoires.

La prétopologie est une théorie mathématique adaptée à l'analyse, la modélisation et la construction dans les domaines les plus variés : sciences humaines et sociales, théorie des jeux, extension de la notion de graphe, réseaux, préférences, mathématisation des espaces discrets. Elle permet notamment d'élaborer des outils puissants et d'assurer le suivi au pas à pas du développement d'un processus de dilatation, alliance, adhérence, fermeture, acceptabilité.

2. Organisation

Le groupe se réunit 2 à 3 fois par an (voir le programme des réunions et journées dans la section suivante).

Les laboratoires les plus actifs dans ce groupe de travail sont :

- Laboratoire d'Informatique et des Systèmes Complexes (LaISC), de l'EPHE Paris,
- Equipe MA²D du Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information (LIRIS) de Lyon 1,
- Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la décision (LAMSADE) de Paris,

Le groupe a participé à l'organisation de sessions et/ou des congrès suivants :

- ROADEF 2006 (à Lille, du 6 au 8 février 2006) : organisation d'une session « Systèmes complexes et décision distribuées ».
- MOSIM 2006 (à Rabat, du 3 au 5 avril 2006) : organisation d'une session « Décision distribuée » et d'une session « SMA: outil de Modélisation et de Simulation ».
- Workshop OPACS 2007 lié à OPODIS (<http://opacs.complexica.net/program.php>).
- JFRB 2008 (4^{èmes} Journées Francophones des Réseaux Bayésiens) - <http://jfrb2008.univ-lyon1.fr/>.

Ces journées ont réuni 42 chercheurs francophones travaillant sur les réseaux Bayésiens (venus de France, de Belgique et d'Afrique du nord). Elles se sont déroulées sur 2 jours avec 18 présentations orales d'une demi-heure chacune et une présentation de la société « ProBayes ». Elles ont été réalisées grâce au soutien financier de l'Université Lyon 1, de la société PROBAYES, de la MIAGE de Lyon, du Cluster GOSPI et de l'IXXI. Ces journées ont également bénéficié du parrainage de la ROADEF et du soutien logistique de la Cellule congrès de FOCAL de l'Université Lyon 1.

- I2CS 2008 (<http://www.i2cs-conference.org/>) sur le thème de la modélisation prétopologique est organisée les 19 et 20 juin 2008.
- OPODIS 2008 (<http://www.opodis.net/>) qui a lieu du 15 au 18 décembre à Louxor en Egypte.

Dans le cadre du développement de l'axe de recherche sur la Prétopologie, le groupe a créé une association nommée PretopologiCS - <http://pretopologie.complexica.net/>

Dans le cadre du développement de la prétopologie et des systèmes complexes, cinq thèses et une HDR ont été soutenues :

- Thèse de Mounzer Boubou, « Contribution aux méthodes de classification non supervisée via des approches prétopologiques et d'agrégation d'opinions », Université Lyon 1, novembre 2007.
- Thèse de Than van Le, « Classification prétopologique des données. Application à l'analyse des trajectoires patients », Université Lyon 1, le 11 décembre 2007
- Thèse de Alassane Bah, « Conception participative de simulations multi-agents. Ebauche d'un cadre méthodologique », Ecole Pratique des Hautes Etudes, le 14 mars 2008.
- Thèse de Sofiane Ben Amor, « Percolation, prétopologie et multialéatoires, contributions à la modélisation des systèmes complexes: exemple du contrôle aérien », Ecole Pratique des Hautes Etudes, le 27 juin 2008.
- Thèse de Vincent Levorato, « Contribution à la modélisation des réseaux complexes : prétopologie et applications », Ecole Pratique des Hautes Etudes, le 5 décembre 2008.
- HDR de Stéphane Bonneval, « Modélisation et simulation pour l'aide à la décision en environnement complexe », Université Lyon 1, le 3 décembre

Deux revues dont les rédacteurs sont les animateurs et acteurs du groupe SCDD sont de bons relais pour promouvoir les activités du groupe :

- « Studia Informatica Universalis », Rédacteurs en chef : Marc Bui et Ivan Lavallé
<http://www.studia-informatica.org/>
- « Santé et Systémique », Hermès, Rédacteurs en chef : Gérard Duru et Michel Lamure
<http://ses.revuesonline.com/>

3. Programme des journées et réunions organisées par le GT

Nous avons mis en place des journées d'études au sein du groupe :

- Journée du 10 mars 2006 à Centrale Paris :
Les exposés ont été proposés par le CSMC (European Joint Research Lab) sur les thèmes : « The percolation phase transition », « Exploring Complex Networks », « Contrôle aérien et algorithmes distribués à base de marches aléatoires ».
- Journée du 19 mai 2006 à l'EPHE :
Cette journée était animée par Michel Lamure sur le thème des Multialéatoires.
- Journée le 1er février 2007 à Lyon :
Programme : Séminaire d'Ivan Lavallee sur la "Complexité"; Présentation de Sofiane BenAmor: "Percolation, prétopologie et multialéatoires"; Présentation de Vincent Levorato: "Réseaux complexes et Prétopologie".
- Journées du 9 au 11 mai 2007 à Dinard (dans les locaux de l'EPHE) :
Programme : Prétopologie et graphes; Réseaux sociaux et prétopologie; Structures pauvres et prétopologie; Percolation, prétopologie et multi-aléatoires; Prétopologie floue et Théorie des jeux; Conception d'une librairie logicielle pour la prétopologie; Algorithmique et Prétopologie : Reconnaissance des formes, calcul distribué, parallélisme; Réseaux et prétopologie; Simulation parallèle et distribuée.
- Journées du 18 au 20 octobre 2007 à Lyon :
Programme : « Premiers pas du pourquoi de la prétopologie » par M.Brissaud; « Un réseau sur la mesure en éducation » par M.Vincent, « Prétopologie et réseaux sociaux », « Applications : théorie des jeux, classification » par J-P.Auray, « Classification prétopologique des trajectoires patients » par V.Le, « Systèmes d'alliances dans l'incertain » par M.Egea, « Modèle

prétopologique des mécanismes cognitifs » par C.Lecerf, « Modélisation mathématique des systèmes hiérarchiques : cas du système nerveux » par S.Benamor et O.Bennani, « Derniers développements de la librairie PRETOPO » par M.Ahat et V.Levorato.

- Journées d'études de Prétopologie, les 23 et 24 septembre 2008 au « Royal Military College of Canada » à Kingston - Ontario au Canada :

L'objectif était de présenter la prétopologie aux chercheurs du RMCC et de prendre connaissance de leurs problématiques.

4. Perspectives

L'évolution des programmes des réunions de travail montre que l'interaction entre les équipes a été bénéfique car les problématiques des uns (Percolation, Réseaux complexes, Contrôle aérien - Réunion du 10 mars 2006) ont trouvé des outils adaptés chez les thématiques des autres (Prétopologie, Multialéatoires - Réunions de novembre 2005 et du 19 mai 2006) ; le programme de la réunion du 1er février 2007 et des journées de mai 2007 en sont un bon exemple.

Pour ces raisons, les objectifs et perspectives du groupe conservent la même dynamique :

- Développement de la plate-forme multi-agents pour la négociation avec la théorie des jeux comme support mathématique des modèles de négociation, l'agrégation des préférences et la décision multicritère pour les outils d'obtention d'un consensus entre les décideurs et les Systèmes Multi-agents comme formalisme de développement d'applications coopératives.
- Développement de modèles pour la formalisation des systèmes complexes et l'aide à la décision avec la prétopologie et les multialéatoires comme support mathématique de ces modèles d'aide à la décision.
- Mise en place sur SourceForge.net d'un projet Prétopologie pour le développement informatique des outils mathématiques proposés ci-dessus.
- Une série de livres, édités chez Hermann, sur la prétopologie sont en préparation.

Le groupe a participé à la rédaction de deux ANR sur le thème de la modélisation et simulation par les SMA de la diffusion de la pollution aérienne et de son impact sur la santé humaine.

Le groupe est également fortement impliqué dans un projet CNRS nommé MOUSSON qui a pour but la modélisation et l'étude de la diffusion de la pollution dans des capitales africaines. La complexité des facteurs intervenant dans les situations de pollution atmosphérique nécessite que les plans de lutte contre cette pollution s'appuient sur la connaissance des mécanismes de diffusion des polluants dans l'atmosphère, et la connaissance des comportements socio-économiques intervenant dans le processus. Ce travail s'inscrit pleinement dans la modélisation et l'étude des systèmes complexes.

PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

SDH : SYSTEMES DYNAMIQUES HYBRIDES

JAMAL DAAFOUZ¹, HERVE GUEGUEN²

¹CRAN, UMR CNRS - Nancy Université, 2 avenue de la Forêt de Haye F54506 Vandoeuvre lès Nancy
jamal.daafouz@ensem.inpl-nancy.fr

²IETR, Supélec avenue de la Boulaie, BP 81127 F35511 Cesson-Sévigné cedex herve.gueguen@supelec.fr

Site Web : <http://www.rennes.supelec.fr/sdh/>

Le groupe Systèmes Dynamiques Hybrides (SDH) est issu d'un groupe de travail sur l'automatisation des processus batch créé en 1986 au sein de la SEE. Au cours des années 1990 et 1991, avec le soutien du Ministère de la Recherche, un groupe commun à la SEE et à l'AFCEC a travaillé sur l'automatisation des processus dis-continus conduisant à la rédaction d'un rapport de synthèse et à l'organisation du premier colloque ADPM à Paris en janvier 92 devenu depuis 2003 la conférence IFAC ADHS. Il a continué à se réunir et à travailler sous la double étiquette AFCEC et SEE jusqu'en novembre 97 où il est devenu un groupe commun au club EEA et à la SEE. En janvier 2000, le groupe a bénéficié du soutien du GDR-automatique et est actuellement sous l'égide du GDR-MACS.

1. Présentation scientifique

Traditionnellement, l'automatique traite différemment les problèmes de type continu et ceux de type événementiel. Chacun de ces domaines a créé un ensemble de théories et de méthodes et a développé des solutions performantes pour régler les problèmes homogènes qui se posent à lui, mais sans toujours intégrer les solutions et les apports de l'autre domaine. Dans la pratique, la plupart des systèmes à commander ne peuvent être classés dans une seule de ces catégories homogènes.

Les systèmes dynamiques hybrides (SDH) sont des systèmes dynamiques faisant intervenir explicitement et simultanément des phénomènes ou des modèles de type dynamique continu et événementiel. Ces systèmes sont classiquement constitués de processus continus interagissant avec ou supervisés par des processus discrets. Ils résultent également de l'organisation hiérarchique des systèmes de contrôle/commande complexes, ou de l'interaction entre des algorithmes discrets de planification et des algorithmes continus de commande. Les SDH couvrent plusieurs domaines d'applications tels que les procédés Batch, les systèmes électrotechniques, les réseaux de communication, les systèmes de transport, la commande des procédés industriels, les systèmes flexibles de production, l'industrie agro-alimentaire, la commande des moteurs, les systèmes biologiques, la robotique, les systèmes embarqués ...

Les objectifs du groupe de travail sur les SDH sont de favoriser les échanges entre les différents spécialistes qu'ils soient issus du monde de l'automatique continue ou de celui de l'automatique événementielle, théoricien ou praticien, universitaire ou industriel et permettre ainsi une meilleure connaissance des problèmes liés aux SDH et des solutions qui peuvent y être apportées.

Les travaux du groupe concernent les approches hybrides dans leurs diverses composantes :

- les modèles mathématiques (modélisation, commande, observation, vérification...)
- les aspects méthodologique (spécification, conception, simulation...)
- les cas d'applications industriels
-

Ces travaux recouvrent donc tout le champ des activités de l'automatique et s'organisent le plus possible en relation avec les autres groupes de travaux du GdR.

2. Organisation

Les activités du groupe SDH sont principalement constituées par l'organisation de 3 à 4 réunions d'exposés et d'échanges par ans. Ces réunions sont organisées à Paris qui reste le point central pour les membres qui appartiennent à des équipes principalement provinciales.

Le groupe compte environ 400 membres inscrits sur la liste de diffusion du GdR, issus d'une cinquantaine de laboratoires et équipes parmi lesquels un noyau dur des équipes les plus représentées et actives : CRAN, CReSTIC, ECS, GREAH, IETR-Supélec, INRIA Rhone-Alpes, IRCCYN, LAAS-CNRS, Laboratoire Jean Kuntzmann, LAGIS, LAGEP, AMPERE, LISA, SATIE ...

Délivrables

Congrès :

Le groupe SDH est à l'origine de la conférence IFAC ADHS et reste très impliqué dans son organisation (IPC, session invitée, ...). La prochaine édition aura lieu du 16 au 18 septembre 2009 à Zaragoza (Espagne).

Ecole :

Le groupe SDH a contribué à la mise en place d'un ensemble de cours internationaux dans le cadre de l'EECI au cours de l'année scolaire 2006-2009.

Un cours est organisé dans la prochaine édition de l'Ecole MACS au mois de mars 2009 sous la forme de 4 demi-journées consacrée aux avancées récentes sur des thèmes actuels.

Numéro spécial :

Un numéro spécial de la revue *Nonlinear Analysis* (Elsevier) sur les systèmes hybrides a été édité en particulier à partir de contributions des membres du groupe.

Un numéro spécial de la revue *JESA* sur les Systèmes Hybrides a été publié en décembre 2007. Ce numéro contient des articles de synthèse sur des problématiques générales des systèmes hybrides et des contributions originales sur des points plus particuliers.

Sessions Spéciales :

Deux sessions spéciales ont été organisées à la conférence CIFA2008 à Bucarest.

Une session spéciale sur les calculs d'atteignabilité pour les SDH a été organisée à l'IFAC World Congress à Séoul en 2008.

Invitations de Professeurs étrangers :

Le Professeur Daniel Liberzon de l'Université d'Illinois, Urbana-Champaign, U.S.A. a été invité pendant son séjour à l'EECI pour un séminaire lors de la réunion du 3 avril 2008

Relations internationales

Des relations internationales sont établies, d'une part, par la participation des animateurs du groupe au réseau d'excellence HYCON et, d'autre part, par la participation d'un certain nombre de membres du groupe au comité technique de l'IFAC "Discrete Event and Hybrid Systems". D'autre part de nombreux membres du groupe sont impliqués dans la création et le développement de la revue *Nonlinear Analysis: Hybrid Systems* chez Elsevier.

3. Programme des journées et réunions organisées par le GT

Jeudi 2 février 2006

- Relations de Simulation Approchée pour la Vérification des Systèmes Dynamiques Continus et Hybrides, Antoine Girard (Verimag)
- Observateurs non linéaires pour une classe de systèmes dynamiques hybrides, Hassan Saadaoui (ECS/ENSEA & CRESTIC)
- Approche hybride pour la commande prédictive en tension d'un réseau d'énergie électrique, Sylvain Leirens (Supélec-IETR)

Jeudi 11 mai 2006

- Sur le diagnostic d'une classe de SdH, Elom-Ayih DOMLAN (CRAN, Nancy)

- Contrôle plat des systèmes commutés, Michael Canu (EMN Nantes)
- Robustesse des systèmes linéaires à commutation. Application aux systèmes avec retard variable inconnu, Laurentiu Hetel (CRAN Nancy)
- Analyse et contrôle d'une classe de SDH engendrée par un phénomène d'hystérésis, Céline Quémard (LISA, Angers)

Jeudi 12 octobre 2006

- Calcul d'atteignabilité pour des SDH à dynamique continue non linéaire par arithmétique d'intervalles, N. Ramdani (LIRMM)
- Stabilité et synthèse d'observateur pour une classe de systèmes hybrides, S. Chaib (LVR).
- Commandes stabilisante et basée passivité pour convertisseur multi-niveaux, M. Baja (Supelec - IETR)
- Commande prédictive hybride pour un convertisseur multi-niveaux, A. Patino (CRAN)
- Présentation du Benchmark "Convertisseur multicellulaire" : Modélisation, Commande et Observation, K. Benmansour (ECS)

Jeudi 18 janvier 2007

- Synchronisation d'une chaîne d'oscillateurs : application aux antennes actives, Florin Hutu, Sebastien Cauët, Patrick Coirault (LAI, Poitiers)
- A propos du chaos dans les moteurs pas à pas, Bruno Robert, (CRESTIC, Reims).
Systèmes à commutations, chaos et cryptage Gilles Millerioux (CRAN, Nancy)
- Analyse du glissement pour la synchronisation de systèmes hybrides Chaotiques, D. Benmerzouk Univ. Tlemcen Algerie et J-P Barbot ECS-EA 3649 ENSEA

Jeudi 26 avril 2007

- Systèmes de complémentarité dissipatifs et inclusions différentielles; application aux circuits électriques non-réguliers et à l'observation. Bernard Brogliato, INRIA Rhône-Alpes
- Stabilité de systèmes perpétuellement excités. Mario Sigalotti, Institut Elie Cartan Nancy
- Stabilité des systèmes à commutations gouvernés par un réseau de Petri temporel. R. Bourdais, LAGIS Lille (en collaboration avec P. Yim et W.Perruquetti)
- Suivi de trajectoire sans modèle pour les systèmes non linéaires à commutations. W. Perruquetti, LAGIS Lille (en collaboration avec R. Bourdais, M. Fliess et C. Join)
- Calcul d'atteignabilité pour des systèmes non-linéaires par approximations affines garanties. Othman Nasri, Supelec/IETR Rennes (en collaboration avec M.A. Lefebvre et H. Guéguen)

Jeudi 20 septembre 2007

- Conditions d'observabilité et synthèse de différents types d'estimateur/observateur pour des classes de SDH. J-P Barbot (ECS-ENSEA, Cergy)
- Systèmes hybrides stochastiques: présentation générale, équation de Fokker-Planck généralisée et applications Julien Bect (SUPELEC, Gif/Yvette)
- Simulation de circuits électriques non-réguliers Vincent Acary, Pascal Denoyelle (INRIA Rhones Alpes, Projet BIPOP)
- Sur la commande optimale des systèmes commutés affines : application aux convertisseurs de puissance Diego Patino (CRAN, Nancy)
- Analyse de stabilité des systèmes avec réinitialisation en présence d'incertitudes Thomas Loquen (LAAS-CNRS, Toulouse)

Jeudi 17 janvier 2008

- Etude de l'observabilité et synthèse d'observateurs de " Gauss-Newton " pour une classe de systèmes dynamiques hybrides. Rudy Kajdan - Didier Aubry - Frédéric Kratz (PRISME - Bourges).
- Une approche basée événement pour les NCS, Laurentiu Hetel (CRAN - Nancy)
- Méthodes algébriques pour la décomposition de modèles comportementaux : Application à la détection et à la localisation de défaillances. Denis Berdjag (LAGIS-Lille)
- Systèmes à commutation, stabilité, représentation symbolique et commande. Antoine Girard (Laboratoire Jean Kuntzmann, Université Joseph Fourier, Grenoble)
- Modélisation et commande d'un convertisseur multicellulaire monophasé. Mohamed Trabelsi (AMPERE - Lyon)

Jeudi 3 avril 2008

- Nonlinear hybrid control with limited information, Daniel Liberzon, (University of Illinois at Urbana-Champaign, U.S.A).
- Poursuite de trajectoires dans les systèmes lagrangiens non-réguliers, C. Morarescu, B. Brogliato, (Projet BIBOP, INRIA-Rhône-Alpes),
- Vérification de propriétés quantitatives pour les systèmes régis par un contrôleur logique, Bruno Denis, (LURPA, ENS Cachan)
- Formes normales d'observabilité et phénomène de Zénon, L. Yu et J.P. BARBOT (ECS ENSEA Cergy), D. Boutat LVR (Institut PRISME, ENSI-Bourges), D. Benmerzouk (Univ Tlemecen, Algérie)
- Une approche basée sur les machines à vecteurs de support (SVM) pour l'identification des systèmes hybrides, F. Lauer et G. Bloch (CRAN Nancy)
- Représentation polytopique pour la stabilisation des systèmes non linéaires à commutation, R. Bourdais, A. Kruszewski, W. Perruquetti, (LAGIS Lille)

Jeudi 2 octobre 2008

- Modélisation hybride et commande hiérarchisée des systèmes de production d'énergie électrique multi-sources, François Guerin, Dimitri Lefebvre, (GREAH -- Université Le Havre) Badara Mboup, Pape Ndiayes (CIFRES - Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar)
- Bounded and unbounded safety verification using bisimulation metrics Gang Zheng, Antoine Girard (Laboratoire Jean Kuntzmann)
- Quelques remarques sur la discrétisation en temps de systèmes non-réguliers simples Bernard Brogliatto (INRIA Rhones Alpes)
- Estimation de l'état et de la fonction de commutation en temps réel pour les systèmes à commutations. M. Fliess (LIX), C. Join (CRAN), W. Perruquetti (LAGIS)
- Sur l'observabilité du convertisseur multicellulaire. Pierre Riedinger (CRAN)

Jeudi 5 février 2009

- Poursuite des trajectoires pour une classe de systèmes mécaniques de complémentarité avec des articulations flexibles, C Morarescu, B. Brogliato
- Contrôle hybride d'un actionneur électro-hydraulique, L. Sidhom, X. Brun, D. Thomasset M. Di Loreto
- Analyse de la stabilité de systèmes à commutations polynomiaux à l'aide d'inegalités de dissipation, E. Mojica, N. Quijano, A. Gauthier et N. Rakoto.
- Identification de modèles d'état linéaires commutants sans hypothèse de temps de séjour, L. Bako, G. Mercère et S. Lecoeuche
- Active Diagnosis of Hybrid Systems guided by Diagnosability Properties - Application to Autonomous Satellites, M. Bayouhd (avec L. Trave-Massuyes)
- Delay compensation in packet-switching networked controlled systems, A Chaillet (avec A. Bicchi)

4. Evolution et Prospective

Le groupe SDH compte maintenir son rôle de structure d'animation et poursuivre sa mission d'échange, d'ouverture, d'accueil de doctorants, de rayonnement et de conduite de projets de recherche ciblés. Il a également pour ambition de maintenir les interactions fortes entre les communautés des systèmes à événements discrets et systèmes continus.

Sur le plan scientifique il nous apparaît que les travaux sur les systèmes hybrides doivent maintenant résoudre deux problèmes fondamentaux qui limitent leur applicabilité. Le premier concerne le passage à l'échelle pour la prise en compte des systèmes complexes et le deuxième concerne la prise en compte des incertitudes et la robustesse des solutions proposées vis-à-vis de ces incertitudes. D'autre part le groupe sur les SDH entend participer aux réflexions sur la présentation des retombées sociétales des recherches en automatique.

Enfin nous souhaitons profiter de la création de l'ECCI sur le site du plateau de Saclay pour inviter les scientifiques en séjour dans cet institut à participer à nos réunions.

